DTU Bibliotek

Denne fil er downloadet fra

Danmarks Tekniske Kulturarv

www.tekniskkulturarv.dk

Danmarks Tekniske Kulturarv drives af DTU Bibliotek og indeholder scannede bøger og fotografier fra bibliotekets historiske samling.

Rettigheder

Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på *www.tekniskkulturarv.dk/about*

Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

531.0 Kra Gl.
1764 [Del 2] Ex.1
Kun til brug på læsesalen

Udgået
DEN
POLYTEKNISKE
LÆREANSTALT

Forelæsninger
over
Statik
og
Hydrodynamik
med
Maskin-Væsenets Theorier
som
den anden Deel af Forelæsningerne
over
Mekaniken.

Efter
Kongelig Allernaadigst Befalning
ved Trykken meddeelte
af
Jens Kraft
Justitz-Raad og Professor udi Mathematiken ved Ridder-Akademiet.

Sorøe, 1764.
Trykt hos Jonas Lindgren, det Ridderlige Akademies Bogtrykker.

Greve Schack.

Udgaaet af
Danmarks tekniske

Fortale.

Langt fra at vilde opholde Læseren med vidtløftige Anmerkninger over de Videnskabers og Afhandlingers Nytte, som i disse Forelæsninger forekomme, da ingen Fornuftig derom lettelig kan tvivle; Vil jeg tvertimod alene ganske kortelig fortælle, hvad i denne Deel er afhandlet, og hvad mit Diemærke under dens Forfærdigelse haver været.

Fortale.

Denne Deel indeholder Statik og Hydrodynamik. Den første af disse Videnskaber forklarer Kræfternes Ligevegt i de faste Ting. Den sidste Kræfternes Beskaffenhed i de flydende. Hensigten af de Statiske Betragtninger over Kræfterne, er Maskin-Væsenet. Fundamentet til alle tænkelige Maskiner ligger i de saa kaldte simple. Alt det, som bør vides, for at forstaae saavel Kræfternes perpendikulaire som skieve Virkninger, tilligemed Ligevegtens Natur og Regler i de simple Maskiner, er i de otte første Statiske Forelæsninger saa fuldstændig afhandlet, at Læseren desangaaende intet videre vil forlange. Ved enhver af disse simple Maskiner ere tillige de simpleste sammensatte, som af dem uden Møie strax forstaaes, blevne forklarte.

Efter de simple og simplere Maskiners Afhandling foretages fra den niende til den tolvte Forelæs-

ning

ning de sammensatte Maskiner selv, og deres sande Princips undersøges. Maaderne vises, hvorpaa de af de simplere, efter utallige Forandringer, kunde sammensættes, og hvorledes i alle givne sammensatte overalt det Statiske Moment, og de til Ligevegten nødige Kræfter i Almindelighed kunde findes. I den niende Forelæsning, men især i de til den føiede Anmerkninger, er blevet viist, hvor utilstrekkelig at det Princip om Ligevegten er til Maskinernes Udregning, naar de virkelig bevæges, og hvor meget der endnu mangler Statiken i Fuldkommenhed, saa tidt som dette sidste, saaledes som det bør, tages virkelig i Betragtning. I at afhandle de sammensatte Maskiner, haver jeg tillige stræbt at giøre Læseren bekiendt med alle de, hvilke i Brugen og i det Borgerlige kunde ansees som særdeles nyttige og tienlige, og som i Brugen selv ere virkelig befundne som gode. Saa at, endskiønt at dette

Verk langt fra ikke bør ansees for et Theatrum af Maskiner, kan Læseren dog til det have den Tillid, at man endog i de allerstørste Verker ikke vil finde mange flere nyttige Maskiner end de her anførte.

De fornemmeste Maader at bevæge paa; De fornemmeste bevægende Kræfter; hvad af dem i Virkningen kan ventes, og med hvad Forsigtighed de bør anvendes, forklares især i den ellevte og tolvte Forelæsning. I trettende og fiortende undersøges Theorien af de faste Legemers og Tovverkets Styrke. Da intet meer maatte ønskes i det Borgerlige, end at denne Deel af Statiken engang maatte kunde blive bragt til sikre og efterrettlige Regler, saa behøves heller ikke noget klarere Beviis paa den Sandhed, at den Lærde Verdens Fortieneste er uendelig stor af den øvrige, naar man i den kan bringe de Ting til en klar og tydelig Theorie,

af

af hvilke man ikke haver uden en simpel og uvis Praxis, der arbeider i Blinde, uden at kunde sige, hvor meget man bør giøre, og hvorfor.

I et Tillæg til den fiortende Forelæsning handles kortelig om de Statiske krumme Linier. Fra den femtende til den attende, som slutter Statiken, afhandles alt, hvad der er vigtigt i den Lærdom om Frictionen eller Rivningen og Tovverkets Stivning. Overalt er blevet viist, hvorledes man i Maskinernes Statiske Udregning kan og bør anvende disse Princips; Denne første Deel af Verket bør derfor ansees for at være meer Praktisk end Theoretisk. Jeg haver og saavel i den, som i hele Hydrodynamiken, bestittet mig særdeles paa at oplyse og bekiendtgiøre det, som er tienligt i Brugen. Jeg haver tillige seet paa at giøre alt det didhen hørende saa let forstaaeligt, som mueligt. Theorien af

Sta-

Statiken er derfor intet mindre end vanskelig. Anmerkningerne, som jeg med Flid haver været sparsom paa, og som indeholde det vanskelige, kan enhver, som vil betiene sig af Verket til Brug i det Borgerlige, forbiegaae, uden derved at tabe noget i Hoved-Sagen.

Paa Statiken følger Hydrodynamiken. I den forekomme igien tre Afhandlinger. Den første forklarer de flydende Tings Ligevegt, eller det, hvad man gemeenlig kalder Hydrostatik. Den anden viser under Navn af Pneumatik Luftens Beskaffenheder. Den tredie er Hydrauliken, og afhandler de flydende Tings Bevægelse. Af disse tre ere Hydrostatiken den letteste, og i sig en virkelig fuldkommen Videnskab, da dens Sætninger ere almindelig sande. Den er afhandlet i otte Forelæsninger. Da de flydende Tings Egenskaber ere i høi Grad uven-

uventelige, haver jeg overalt forenet de Theoretiske Propositioner med de Practiske Forsøg. Denne Forsigtighed er man Videnskabernes første Grunde skyldig. Overalt er det, som henhører til Praxis, med stor Flid blevet iagtaget; og jeg tvivler ikke paa, at jo Læserne ville finde denne hele Afhandling i høi Grad nyttig, tydelig og anvendelig udi Brugen.

I Pneumatiken, som vel i Almindelighed handler om alle elastiske flydende Ting, men dog fornemmelig om Luften, er intet af det udeladt, som med Nytte om dette Element kan vides. Den er afhandlet i sex Forelæsninger. Alle Hoved-Sætningerne oplyses i den ved klare Forsøg. Luft-Pumperne, Sammentrykkings-Pumpen, og andre Pneumatiske Instrumenter ere derfor overalt blevne forklarte, uden dog at jeg derfor haver indladt mig

i de meget enkelte Undersøgninger, som henhøre til Physik. Derimod haver jeg forklart de fornemmeste Anvendelser af Luft-Maskiner til Brug og Nytte i det Borgerlige. De vanskeligere Undersøgelser af Thermometret og Barometret, som jeg ikke haver kundet forbigaae, saavelsom en og anden Udregning over Luften, kunde de af Læserne, som deraf ikke ere Elskere, saa meget desto lettere uden Hinder forbiegaae, som de til deels findes i Anmerkningerne under Forelæsningerne, deels ere i dem blevne trykte med mindre Stiil.

Pneumatiken, naar i den de flydende elastiske Tings Bevægelse af deres sande Princips skulde afhandles, blev unegtelig den vanskeligste af alle Mathematiske Videnskaber. Til al Lykke kan man i det Borgerlige bedre end i Physik undvære alle disse Udregninger. Jeg haver og derfor, angaaende dem,

dem, intet anført, og det saa meget meer, som de største Mestere i Kunsten endnu ikke have været i Stand til at levere noget ret fuldkommet desangaaende. Men det er ikke alene Pneumatiken, Hydrauliken med er endnu i vor Tid en høist ufuldkommen og høist vanskelig Videnskab, og man siger, uden at sige for meget, den vanskeligste af alle Geometriske. Dog maa man derfor ikke troe, at det af denne Videnskab, som forekommer i Forelæsningerne, er af denne Beskaffenhed. Tvertimod, jeg haver overalt udført det Hydrauliske paa en overmaade let og forstaaelig Maade, alene i et eneste Tillæg, og i nogle faa Anmerkninger, haver jeg søgt at giøre Læserne føleligt, hvad Forskiel der er imellem de enkelte Sætningers Afhandling, som nødvendig behøves i Brugen, og den rette Theorie selv af en Videnskab. Thi denne sidste udfordrer ikke enkelte men almindelige Tilfælde, ikke at man

veed at opløse noget, men at man veed at bestemme alt.

Den hele Hydraulik er bragt til Ende i sex og tive Forelæsninger. Efter at have forklart den til Maskinernes Forklaring nødige Theorie, afhandles de Hydrauliske Maskiner selv saa udførlig, som det i et saadant Verk er muligt, og ventelig med al den Udførlighed, som Læserne til deres Oplysning ville forlange. Jeg haver atter igien, ligesom forhen i Statiken, giort mig al Umage for, at de Maskiner, som i Brugen ere blevne befundne gode, og i det Borgerlige nyttige, ere blevne anførte og forklarte. Efter Maskin-Væsenet ere i de sidste Forelæsninger et tydeligt Begreb meddeelt af de store Hydrauliske Verker; dertil henhører Theorien af Strøm-Bygningen, af Digerne, Sluserne, Kanalerne, Havnene, og af de ved disse Foreta-

retagende tienligst? Maskiner. Skiont jeg heri, da Verket allerede var blevet langt vidtloftigere end jeg havde ventet, haver været saa kort som muelig, tør jeg dog i Forveien love mig, at Læseren vil blive temmelig vel fornøiet med den af mig deri givne Idee, da den i et Verk som dette, uden Tvivl bør kaldes fuldstændig.

Man seer saaledes af dette korte Udkast, og man vil see det endnu bedre af Verkets Igiennemlæsning, at jeg paa intet Sted haver viget af fra det Øiemeed, paa det troeligste at efterkomme Vores **Allernaadigste Konges** Allernaadigste Befalning, hvis Hensigt er, at dette Arbeide skulde være til Nytte i det Almindelige. Orden, Lethed, Tydelighed, et fornuftigt Val af det Nyttigste i Brugen, haver været, hvad jeg overalt med Flid haver stræbt at udføre.

Fortale.

Trykfeilene ere i denne Deel ikke meget betydelige, skiønt man af dem finder nogle hist og her, ere de dog tillige af den Beskaffenhed, at de af Læseren selv let kunde rettes. Saaledes ere pag. 21. §. 24. Lin. 20. Ordene forsatte; i steden for

lettere at trekke op end ned efter, bør læses:

lettere at trekke ned end op efter.

Første

Statik.

Den anden Deel
af
Mekanik,
som handler
om Kræfternes Ligevegt.

Første Forelæsning.

Om
Grund-Reglerne for Statik,
eller
Kræfternes Ligevegt, naar de virke ved de saa kaldte simple Machiner.

§. 1.

Man handler i Statik om Kræfternes Ligevegt, i Mekaniken om Bevægelsen. Man betragter i den første Kræfterne, som de, der ere paa en vis Maade hindrede, da man i Mekanik derimod fast altid betragter dem i nogen Henseende som frie. Statik viser

Forskiellen imellem Mekanik og Statik vises.

derfor, i hvad indbyrdes Forhold at Kræfterne maa staae, paa det at ingen Bevægelse skal kunde skee, ligesom Mekaniken viser Kræfternes Beskaffenhed og Maade at virke paa, saa tidt som Bevægelsen virkelig skal gaae for sig.

Disse to Videnskaber ere derfor hverandre paa denne Maade imodsatte; Imidlertid er dog altid Hensigten af Statik, at finde de Kræfter, som udfordres til Bevægelsen. Thi man seer let, at saasnart som den Kraft er bekiendt, hvilken, uagtet alle modende Hindringer, staaer i Ligevegt med en anden, at da intet andet siden behoves for at tilveiebringe Bevægelsen, end at formere efter Behag den saaledes fundne Kraft. Da derved Bevægelsen altid kan blive tilveiebragt, skiont Graden af den derved endnu ikke er bestemt.

§. 2.

Hvad man forstaaer i Statik ved Machine, og hvori Machinernes virkelige Fordele bestaae.

Det hele Materielle, ved hvis Modstand Kræfterne hindres, kalder man i Statik med det Navn af Machine. Machinernes Forretning bestaaer derfor deri, at de paa den ene Side hindre den ene af Kræfterne i sin Virkning, for derved paa den anden Side at giore Igienvirkningen desto lettere for den anden af Kræfterne. Dette er det sande Begreb, som man bor giore sig om en Machine. Ved Machin-Væsenet tilveiebringes eller skabes, saa at sige, ikke nye Kræfter. Men de storre forhindres, saa tidt som det behoves, saaledes, at de meget mindre kunde med dem staae udi Ligevegt og af dem ikke forandres. Videre kan

en

en Machine ikke giøre, og den falske Tanke, at Machinen selv meddeler nye Kræfter, haver været Aarsag til en Mængde Feil i Statik, iblant hvilke man kan anseе den om en immervarende Bevægelse, (perpetuum mobile) som den første og fornemmeste.

§. 3.

Men uagtet, at ved Machinerne nye Kræfter ikke kunde skabes, men alene de givne indskrenkes efter Behag, saa bliver deres Nytte dog derfor ikke destomindre, da de ere sikkre Midler, hvorved smaa Kræfter kunde, skiønt langsom og i en længere Tid, udrette det samme, som de allerstørste. I Henseende til den hele Virkning er det vel unegteligt, at Summen af de Kræfter, som anvendes, maa altid være ligesaa stor, som af de, der overvindes, men den Fordeel, hvilken i Henseende til Tiden vindes ved Machinerne, at man ved dem, saa at sige, kan samle alle de smaa Kræfters igientagne Virkninger i en lang Tid, og derved udrette det samme, som om den hele Sum af alle disse Virkninger i et Øieblik var forenet og imodstod de store Kræfter; denne Fordeel er saa stor, saa man ved Machinerne kan udrette fast utroelige Ting, i sær, hvor det ikke kommer an paa en kortere eller længere Tid. Kommer det derimod an paa Tiden, saa man maa see paa, at i kort Tid en stor Virkning tilveiebringes, bliver Machinernes Nytte i denne Henseende endnu den samme. Dertil behoves intet andet, end at forbytte Kraftens og Modstandens Sted og virkelige

Og det saavel i Henseende til Kræfterne som Tiden.

Størrelser, som de have under sig paa Machinen. Men alt dette skal blive giort klarere og forstaaeligere langs hen efter i disse Forelæsninger. Havde Machinerne ingen anden Nytte end den alene, at Kræfterne ved dem paa den beste og fordeelagtigste Maade kunde yttre sig, var dette ene dog alene nok, for at giore deres Brug høist agtbar. Man splitter et Træ i et Øieblik ved en Kile, de samme Kræfter iverksatte det ikke i en overmaade lang Tid ved en Kniv.

§. 4.

Hvoraf at alle Machiner kunde forstaaes.

Machinerne kunne være utallige, og de ere virkelig allerede blevne i en saa stor Mængde optænkte, at det vilde blive et deels umueligt, deels i høi Grad unyttigt Arbeid, at ville beskrive dem alle, allermeest da i de saa kaldte Theatris Machinarum en Mængde høist ubrugelige og uanvendelige Machiner beskrives, ved hvilke meget ofte meer tabes end vindes. I deslige Verker ere dog derfor ikke deslige Beskrivelser at laste, saa tidt som de ere gode. Det er undertiden ligesaa vigtigt at vide, hvad der ikke lader sig giore, som hvad der med Fordeel kan skee. Imidlertid sees deraf, at i Statik ikke mindre end i Mekanik Reglerne for den gode Methode behoves, saa man fornemmelig bør vise, hvorledes af faa og let fattelige Grunde alt det ovrige kan forstaaes.

§. 5.

Hvor mange de simple Machiner kunde siges at være.

Dette er og i Statik let giorligt. De simple Hoved-Stykker, af hvilke alle andre, endog de allervidtloftigste, Machi-

Machiner altid sammensættes, ere ikke uden faa. Skribenterne af Statik ere ei enige under sig om Antallet af disse simple Hoved-Stykker eller saa kaldte simple Machiner. Thi man forstaaer ved simple Machiner, Machiner af et eneste Stykke, som hindre den ene Kraft og hielpe den anden; hvilket man af det efterfolgende bedre kan forstaae. Iblant disse simple Machiner regnes snart flere snart mindre af de simplere mekaniske Verktoie. Saaledes kan man sige, om man vil, at der er ikke uden en eneste simpel Machine til, nemlig Vegtstangen. Vil man derimod regne Vægterne og Vinderne med iblant de simple Machiner, kan man regne i alt 8.

§. 6.

Men det er meget ubetydeligt, hvor mange eller hvor faa simple Machiner at man tæller, alene at den ene vel forklares af den anden. Vi antage i det folgende ikke uden sex, nemlig Vegtstangen, det skraaeliggende Bret, Hiulet, Skruen, Tritsen og Kilen. Af disse simple Machiner bestaae alle andre, saa man altid kan af deres Theorie forklare al Resten, naar man ellers vil ansee det Princip af Ligevegten, som fuldstændigt nok til Machinernes Udregning, skiont man let seer, at det er intet mindre end dertil tilstrekkelig nok; fordi paa denne Maade ingen Beregning giores over de Kræfter, som tabes i at give Inertien den Fart, som den i Machinen virkelig bevæges med.

§. 7.

§. 7.

I hvad Henseende at Theorien af Statik er ufuldkommen.

Desuagtet er det fuldstændigt nok, for saavidt som Theorien af Statik sædvanlig forklares; da man i den alene betragter Machinerne, som saaledes tilberedte, at de ved den mindste Tilvext af Kræfter kunde bevæges. Men dermed er langt fra ikke Sagen i Machin-Væsenet giort. Det, som ikke mindre behoves, er at vide, hvad Kræfter over Ligevegten at der udfordres til den fordeelagtigste Bevægelse, endog, naar man ikke vil see paa, hvad der tabes af den i at bevæge Machinens og den ovrige Inertie. Da i denne sidste Theorie endnu neppe de første Grunde ere blevne lagte, saa er det i den Henseende at man med Ret kan sige, at Theorien af Statik til stor Deel er ulige ufuldkomnere end Theorien af Mekanik.

§. 8.

Hvori Vanskeligheden af Machin-Væsenet bestaaer udi enkelte Tilfælde.

Saasnart som de simple Machiner forstaaes vel, er der ingen betydelig Vanskelighed i at bestemme de Kræfter, hvilke udfordres til Ligevegten i de sammensatte. Paa denne Maade ere Udregningerne i Statik langt fra ikke vanskelige, og naar man desuden veed de fornemmeste Maader, hvorpaa de simple Machiner kunde sammenfoies i de sammensatte, er det endog ikke vanskeligt, selv paa egen Haand at udfinde saa mange nye Machiner som man vil. Desuagtet bliver dog i et hvert enkelt Tilfælde en af disse Sammenfoielser bestandig fordeelagtigere end alle de andre. En Mekanistes Genie og Dueligbed bør derfor deri særdeles vise sig,

sig, at efter Omstændighederne den simpleste og beqvemmeste Machine bygges, hvilket sidste meget ofte er et høist vanskeligt Probleme. Saa man maa vel agte, at det i Machin-Væsenet ikke er nok, i Almindelighed at udfinde en Sammensættelse af simple Machiner, som kunde forrette den forlangte Virkning, der behoves meer; denne Sammenfoielse maa være i sit Slags og efter Omstændighederne den simpleste og beqvemmeste, indrettet efter den beste Forhold imellem Kræfterne indbyrdes og Tiden, hvori de virke.

§. 9.

Hvad Machiner, som man især bør søge at giøre sig bekiendt med.

Da af de allerede fundne Machiner en Deel ved Tidens Længde og efter mange Forbedringer, ere blevne bragte saa vidt, at de i sær passer sig overmaade got til Omstændighederne, saa ere de fornemmelig de, som man bør stræbe at kiende. Overalt maa man særdeles vel hytte sig for den falske Tanke, hvorved en Machine holdes for saa meget bedre, som den er meer sammensat til. Tvertimod, jo simplere en Machine man kan anvende til at iverksætte den samme Virkning, desto lykkeligere er Opdagelsen, og den Fordeel større til, som man vinder ved Machinen. De i Machin-Væsenet Ukyndige domme en Machines Vigtighed af Stykkernes Mængde, af et vidtloftigt og vel skatteret Ris paa Papiret, og af det, som blinder Øiet. En Kiender derimod seer aldrig paa andet, end at Virkningens Størrelse er saa vidt mueligt den største i Henseende til de virkende Kræfter og den Tid, udi hvilken at de virke.

§. 10.

Hvad Princip man kan bruge i Statik.

Man kan af adskillige Grunde udlede de Statiske Beviis. Det er unegteligt, at Kræfternes Parallelogram er iblant dem alle den beste og fuldstændigste, hvorfore vi af samme og skulle betiene os i det følgende. Men da det er meget tienligt, paa en simpel og let forstaaelig Maade at komme til det første Begreb om Kræfternes Forhold til hverandre i de simple Machiner, naar de ved deres Hielp staae udi Ligevegt sammen, saa ville vi i denne Forelæsning derved bane os Veien til de vanskeligere Betragtninger, efter at vi, saa at sige, med et Biekast have overseet samtlig de simple Machiner.

§. 11.

Hvad for et der i denne Theorie er det letteste.

Det Princip, som vi dertil ville bruge, er i det foregaaende blevet beviist (Mekan. Forel. §. 24.); hvor vi have sagt, at saa tidt som de Modstand, paa hvilke Kræfterne virke, ere ulige, men Kræfternes relative Virkninger derimod skulle være lige store, da maa Kræfternes Modstand være de Rum, igiennem hvilke disse i samme Tid bevæges, forkeert Viis proportionerte.

Betragter man derfor de absolute Kræfter i Statik som Tyngder; hvilket man altid kan, (fordi man i denne Videnskab ikke handler egentlig uden om Pressioner, og det er klart, at man altid kan finde en Tyngde, hvis Virkning er saa stor som den givne Pression). Anseer man fremdeles disse Tyngders Inertier, som den Modstand, der af Pressionerne,

ne, eller af de relative Kræfter, bevæges, da bliver det store og almindelige Princip for Statik dette.

At siden Vegten af Inertierne altid er Inertiens Mængde proportionert, (Mekan. Forel. §. 7.) saa maa de Tyngder, der holde med hverandre Ligevegt over Delene af en Machine, bestandig forholde sig til hverandre, som forkeert Viis de Veie, hvilke udi samme Tid skulde af dem igiennemlobes, om en virkelig Bevægelse skeede.

§. 12.

Dette Principe finder saa meget meer Sted, som man kan betragte de i Ligevegt staaende Tyngders Hvile, som en ensdan Bevægelse igiennem et uendeligt lidet Rum (Mekan. Forel. §. 117.), da i denne Bevægelse de i samme Tid af begge Tyngder igiennemlobne Rum eller Veie ere Hastighederne af Bevægelsen proportionerte, saa folger ligeledes. (Mekan. Forel. §. 26.) (*)

At de trykkende Tyngder eller absolute Kræfter staaer over en Machine i Ligevegt sammen, saa tidt som de ere i forkeert Forhold af de Hastigheder, med hvilke de skulde gaae fort i ensdan Bevægelse, om virkelig Bevægelse havde Sted.

§. 13.

Man kan endnu udsige dette selvsamme Princip med andre Ord. At nemlig to Tyngder eller, om man vil tale

(*) Og i Tillæggene §. 2.

almindeligere, to absolute Kræfter staae over en Machine i Ligevegt sammen, saa tidt som deres Momenta ere lige store. Thi man forstaaer ved Momentet af en Tyngde dens hele relative Trykning; det er; Inertien eller Vegten af den, multiplicert med Hastigheden. (Mek. For. §. 125.127.) Dette sidste er virkelig ikke adskilligt fra det, som vi allerede have sagt §. 11. 12., hvor vi have vurdert Kræfterne som lige store, naar de forholdt sig til hverandre i forkeert Forhold af de igiennemlobne Rum, eller af de Hastigheder, med hvilke, om Bevægelsen skede, de da burde gaae fort udi ensdan Bevægelse.

§. 14.

Forskiel imellem de absolute og relative Kræfter.

Forstaaer man derfor, som i de Mekaniske Forelæsn. §. 16. 4., ved den absolute Pression den trykkende Kraft selv betragtet i og for sig; ved de relative Kræfter derimod Pressionernes eller Kræfternes Momenter §. 13, saa sees, at det er ikke de absolute Kræfter, Pressioner eller Vegt af Tyngderne, som skulle i Machinerne være lige store, for at Ligevegten kan have Sted, men alene de relative. Det er, de Dele af de absolute eller virkelige, som efter Omstændighederne eller Maaden, de ere stillede paa i Machinerne, kunde komme til at virke imod hverandre.

§. 15.

Saa og imellem Kraft og Last.

Vi forstaae i det folgende ved Kraften den af de absolute Kræfter, som foies til en Machine, for ved Hielp af denne sidste

sidste at holde Ligevegt med en given Byrde. Ved Lasten derimod forstaae vi den Byrde, som af Kraften skal overvindes, ved Hielp af Machinen.

§. 16.

Hvorledes af det foranførte Principe samtlig Machinerne overmaade let kande udregnes.

For derfor i enhver given Machine, i hvad for en det og er, at vide i hvad Forhold Kraft og Last skulle staae med hverandre, paa det at de kunne være udi Ligevegt sammen, udfordres alene, at man undersøger §. 11, hvad Rum de skulde igiennemløbe i samme Tid i ensdan Bevægelse, om Bevægelse skulde skee. I den forkeerte Forhold af disse Rum er altid Lasten til Kraften; og da disse Rum deres Forhold fast altid overmaade let kan findes i Machinerne, saa er det og de fleste Tider den allerletteste Maade, man kan bruge, for at udregne Machinerne, at følge denne Regel. Man kan slutte det samme af Hastighederne §. 12. eller og af Momenterne §. 13.

§. 17.

Exempel derpaa i Vegtstangen, som den første simple Machine. Dens adskillige Dele forklares.

Vi ville ved Exempler oplyse det allerede sagte, og tillige forklare, hvad de simple Machiner ere for nogle, de nemlig, af hvilke alle de andre sammensættes, og paa hvis Kundskab derfor al Resten beroer.

Den første simple Machine er **Vegtstangen** eller Løfte-Stangen. Ved den forstaaer man en ret Linie (Taf. I. Fig. 1.) dB, som ligger an paa et ubøieligt Punkt A. Vi ville her, for at giøre Betragtningen saa meget desto lettere, ansee Stangen

selv som umateriel og uboielig. Legges den i det Punkt A saaledes fast an, saa den, om Bevægelse skee skulde, kunde frit bevæges omkring A, da kaldes dette Punkt, Anlægnings-Punktet, eller Hvile-Punktet, (hypomochlium). A*d* og AB derimod, eller Stykkerne af Vegtstangen, fra dette Punkt af regnede, kaldes Vegtstangs-Armene.

§. 18.

Perpendikulære Kræfter, som virke imod hverandre over Armene paa en Vegtstang, forholde sig til hverandre som disse Arme forkeert tagne.

Forestiller man sig, at Lasten er i *d* lagt over den korteste Arm af Vegtstangen *d*A, Kraften i B derimod over den længste BA; da, for at finde, hvad Forhold Last og Kraft, naar de staae i Ligevegt sammen over en Vegtstang, skulle have til hverandre, behoves alene at agte, at om Stangen *d*B bevægede sig omkring det Punkt A, til at ligge som *c*A*b*, var Buen *dc* den af Lasten igiennemlobne Vei, og Buen *b*B den af Kraften i samme Tid igiennemlobne. Folgelig om Lasten kaldes L, Kraften K, blev L : K = B*b* : *cd*, §. 11, men da B*b* og *dc* ere Buer til lige mange Grader, forholde de sig som de til dem svarende Halv-Diametrer, saa *b*B : *cd* = BA : *d*A, folgelig ere og L : K = BA : *d*A. Hvoraf flyder denne Hoved-Regel.

Saa tidt som to Tyngder eller absolute Kræfter, der virke perpendikulær paa en Vegtstang, staae udi Ligevegt med hverandre over dens Arme, da forholder sig Lasten til Kraften som den Vegt-Stangs-Arm, Kraften virker paa, til den Vegtstangs Arm, Lasten virker paa; eller de forholde sig som Vegtstangs-Armene, hvorpaa de trykke, forkeert tagne.

Exem-

Exempler. Er Lasten = 1000, dens Arm = 1. Den Arm, Kraften virker paa, = 100. Da er 100 : 1 = 1000 : 10. Folgelig behoves i dette Tilfælde ikke uden 10 Pund Kraft, til at holde Ligevægt med 1000 Pund Last. Og om disse 10 Pund Kraft nok saa lidet derpaa formeres, skeer en virkelig Bevægelse.

Er Lasten 1000 Pund, som skal overvindes med en Kraft af 80 Pund, og Lastens Arm er 3′, da for at finde den Vegtstangs-Arm, som Kraften skal virke paa, for at holde Lasten Ligevegt, maa siges, naar Kraftens Vegtstang kaldes x. $80 : 3 = 1000 : x$, saa $x = \frac{3000}{80} = 37\frac{1}{2}'$.

§. 19.

I Almindelighed, dersom Lasten kaldes L, Kraften K, Lastens Vegtstangs-Arm a, Kraftens Vegtstangs-Arm b, da bliver bestandig §. 18. $L : K = b : a$ og $aL = bK$, saa man af de 3 Dele, som givne, altid kan finde den fierde, nemlig:

1) Soges Lasten. Da er $L = \frac{bK}{a}$.

2) Soges Kraften. Da er $K = \frac{aL}{b}$.

3) Soges Lastens Arm a. Da er $a = \frac{bK}{L}$.

4) Soges Kraftens Arm b. Da er $b = \frac{aL}{K}$.

Vi ville ikke opholde os ved Udregningen udi enkelte Tilfælde, da alt dette er ubeskrivelig let.

§. 20.

§. 20.

Ingen Last er saa stor, at den jo i Theorien kan bevæges ved Vegtstangen.

Vi ville alene agte, at ingen Modstand er saa stor, den jo i Theorien kan overvindes ved en simpel Vegtstang, saa at Archimedes i denne Henseende med Foie sagde, at han med en Vegtstang vilde kunde lofte en Tyngde saa stor som den hele Jord. Thi er (Taf. I. Fig. 2.) i *t* Jorden, eller en Tyngde som den, anhængt i *c*, *c*A den Arm af Vegtstang, hvorpaa den virker; da er det klart, at om den anden Arm af Vegtstangen AB gjøres saa mange Gange længere end A*c*, som Tyngden i *c* er mange Gange af større Pression til end Pressionen af Haanden udi B, maa Kraften i B, i hvor liden den endog i sig er, kunde holde Ligevegt med Tyngden udi T. Man seer det samme af den §. 19. 1. givne Ligned $L = \frac{bK}{a}$. Thi er $L = \infty$, behoves alene, at $a = 0$, eller at a er en uendelig liden Størrelse.

§. 21.

Den almindelige Regel anvendes i det inklinerte Plan, naar paa det to Kræfter virke imod hverandre, den ene efter Planets Direktion, den anden efter Vertikalen, da forholder sig den første til den sidste, som Planets Høide til Planets Længde.

Den anden af de simple Machiner er det skraaeliggende Bret AB, (Taf. I. Fig. 3.) hvis Høide over Horizonten AC er BC. Saafremt da en Kraft, som trekker efter Planets Direktion AB, bør holde Ligevegt med den Tyngde E, som udi E hviler over det skraaeliggende Bret, og der trykker efter Vertikalen, da spørges, i hvad Forhold at D skal være til E?

Til den Ende bør man alene overlægge, hvad Rum Kraften i D og Lasten udi E i en ensdan Bevægelse burde igiennem-

igiennemløbe udi samme Tid. Forestiller man sig Lasten som at være trokken af Kraften D fra A til E, da er den derved kommen efter Vertikalen om det Stykke *fg* over Horizonten AC. Men imidlertid er Kraften sunket i Vertikal-Linie fra B til D om en Linie BD = A*f*, følgelig forholder sig Lasten til Kraften som disse igiennemløbne Rum forkeert tagne, eller L : K = A*f* : *fg* = AB : BC. §. 11. Hvoraf følger denne Hoved-Regel for Kræfternes Ligevegt.

At saa tidt som Last og Kraft staae i Ligevegt med hverandre saaledes, at Kraftens Direktion er det skraaeliggende Bret parallel, og at Lasten derimod trekker efter Vertikalen, da forholder sig Lasten til Kraften som Planets Længde til Planets Høide.

Exempel. Er Planets Længde som 5, Høiden BC som 1, Lasten E = 500, da er 5 : 1 = 500 : 100, saa til at trekke 500 Pund op over et skraaeliggende Bret, behoves alene efter Vertikalen BD lidt over 100 Pund.

Og i Almindelighed. Om BA = *l*, BC = *h*, Lasten = L, og Kraften = K, da bliver L*h* = K*l*. Saa man her atter igien af de tre Poster, som givne, kan finde den fierde, nemlig:

1) Om den Last søges, som med visse givne Kræfter kan trekkes op efter et givet inklinert Plan. Da bliver $L = \frac{Kl}{h}$.

2) Om Kraften ligeledes søges, da bliver $K = \frac{Lh}{l}$.

3) Søges Planets Høide, over hvilket en given Kraft kan oplofte en given Last, da bliver $h = \frac{Kl}{L}$.

4) Søges endelig dets Længde, da er $l = \frac{hL}{K}$.

§. 22.

Ligeledes Hiulene. Virke i dem Kraft og Last lodret paa Halv-Diametrerne af Hiulet og dets Axel, da forholde de sig forkeert Viis til hverandre som disse Halv-Diametrer.

Den tredie af de simple Machiner er Hiulet. Man veed, at derved forstaaes (Taf. I. Fig. 6.) en Cirkel *b*DE, som tillige med sin Axel *fa* kan velte sig omkring Centret *c*. Dersom Lasten L henges paa Axlen udi *a*, og ansees som at trykke bestandig under Bevægelsen paa dette Punkt, Kraften K derimod ligeledes at virke bestandig paa det Punkt *b*, da er det klart, at om Bevægelse skulde skee, maatte *b* og *a* i samme Tid igiennemløbe de Buer af lige store Grader *ag* og *bh*. Folgelig, da disse Buer forholde sig som de til dem svarende Halv-Diametrer *ac* og *bc*, saa forholde sig Last og Kraft forkeert som *ac* : *bc*. Hvoraf flyder denne Hoved-Regel for Kræfternes Ligevegt ved Hielp af et Hiul.

At saa tidt som Last og Kraft staae i Ligevegt med hverandre saaledes, at Kraften virker lodret paa Hiulets Halv-Diameter, og Lasten derimod lodret paa Bommens eller Axlens Halv-Diameter, da forholde sig Lasten til Kraften som Hiulets Halv-Diameter til Axlens Halv-Diameter.

Exempel. Er Axlens Halv-Diameter = 2, Hiulets = 7, Lasten = 500, da bliver 7 : 2 = 500 : 142/7 Pund.

Pund. Som er den Kraft, der i b behovedes til at holde Ligevegt med 500 Pund udi a.

Kaldes i Almindelighed, som for, Lasten L, Kraften K, Hiulets Halv-Diameter a, Halv-Diametern udi Bommen b, da bliver $Lb = Ka$. Og derfor

1) Om Lasten søges, som for, $L = \frac{Ka}{b}$.

2) Søges Kraften, da er $K = \frac{Lb}{a}$.

3) Søges Hiulets Halv-Diameter, da bliver $a = \frac{bL}{K}$.

4) Søges Bommens Halv-Diameter, da bliver $b = \frac{Ka}{L}$.

§. 23.

Den fierde af de simple Machiner er Tridsen (Taf. I. Fig. 4.). Den er, ligesom Hiulet, en Cirkel, men sædvanlig meget mindre. Den er bevægelig omkring en liden Axel AK i Centret b, og Lasten, som ved Hielp af denne Machine skal hæves, anlegges sædvanlig over den paa en af to Maader.

Det samme i Tritserne. I de faste ere Last og Kraft lige store; i de løse derimod er Kraften ikke uden den halve Deel af Lasten.

Første Maade. Naar baade Last og Kraft ved en Strikke ECBF henge omkring Tridsens ydere Peripherie, som Taf. I. Fig. 4., hvor vi ville antage, at Lasten henger i E, at Kraften derimod er anlagt udi F, og at Strikken, som holder begge, er lagt ind i en dyb Rand, for ei at glide ud over Peripherien, videre at Tridsens Center b er ubevægelig. I dette Tilfælde seer man let, at Last og Kraft maa være

lige store; thi om Last og Kraft tillige med Strikken ECF skulle bevæge sig over Peripherien, eller med den omkring Centret *h* i enshan Bevægelse, da ligesaa meget som Lasten stiger, falder Kraften, følgelig er begges Vei eens: Da derfor Last og Kraft altid maa forholde sig som Veiene forkeert, saa blive Last og Kraft i dette Tilfælde lige store, naar de ere i Ligevegt med hverandre.

Anden Maade. Dersom derimod (T.I.F.5.) Lasten henges i Centret C efter CF, Kraften i E, og begge skulle være udi Ligevegt ved Hielp af Snoren EHADBG, som gaaer over den Tridse H, og med den ene Ende er fæstet fast udi G. Skal da Bevægelse skee, saa Lasten F skulde stige og Kraften i E synke, imidlertid at den hele Tridse, hvis Center C er bevægelig efter Vertikalen, tilligemed blev loftet (vi betragte den her som at være uden Tyngde), om da Tyngden F steeg i Vertikalen om en Fod, og Kraften i E ligeledes sank efter Vertikalen (thi Bevægelsen antages at skee efter vertikale eller ligeløbende, skiont imodsatte Direktioner), da maatte denne sidste falde om to Fod, fordi, naar F skulde stige om en Fod, nødvendig enhver af Strikkerne AH og BG tillige maatte forkortes om en Fod. Hvoraf denne Hoved-Regel flyder.

At saa tidt som Lasten er hengt i Centret af en bevægelig Tridse, og Kraften derimod virker efter en parallel Direktion imod den paa Peripherien, da er den Kraft, som holder Ligevegt med Lasten, net op den halve Deel af Lasten.

§. 24.

§. 24.

Man seer dette sidste endnu overmaade let deraf, at begge Strikkerne HA og GB maa i denne Stilning bære ligemeget, og følgelig Strikken AH, det er at sige, Kraften udi E ikke uden det halve.

Desuden kan agtes, at endskiont man ved de faste Tridser ei kan vinde noget udi Kraft, giore de dog desuagtet i Machin-Væsenet anseelig Nytte, deels ved at give et Middel i Hænderne, til at sætte de løse Tridser udi Brug, deels ved at forandre Direktionen paa den Maade, som for Kræfterne er den beleiligste at virke paa. Saaledes kunne Heste ei trekke vertikal; naar deres Kræfter anvendes umiddelbar. Henges derimod Lasten over den faste Tridse A, (Taf. I. Fig. 7.) og Snoren løber over en fast Tridse udi c, da kan ved deres Hielp den Byrde L løftes efter den Direktion BC. Ligeledes løfte Folk ulige bedre ved Hielp af en stor Tridse op efter, end ved at trekke ligefrem op ad med Hænderne, fordi de i den første Tilfælde kunde trykke ned efter med meer end Armenes Styrke, nemlig og med en Deel af Legemets Tyngde. Hvorfor det og altid falder lettere at trekke op, end ned efter. Det er paa denne Maade at man kan trekke en Tyngde op ad en Bakke, ved selv at gaae ned ad Bakken.

§. 25.

Den femte af de simple Machiner er Kilen. Ved dette Verktoi forstaaes (Taf. I. Fig. 8.) et Prisma BACFED, Videre forklares deraf Kræfternes Beskaf-

fenhed, som holde Ligevegt sammen over en Kile; presses den ind i Materien, da forholder sig Lasten til Kraften som Kilens Længde til Kilens Bredde.

som beskrives derved, at en Triangel BCA synker idelig parallel med sig selv.

Er nu over Horizontalen HI (Taf. I. Fig. 10.) anlagt en Kile KE, (hvis Oversnit vi her ville ansee, som et retvinklet Triangel, siden dette Slags Kiler er til at lofte de bequemmeste) og anlagt saaledes, at ved den en Tyngde CD er blevet loftet op over Horizonten, efter Tyngdens Center at regne om den Vertikal-Høide *mn*: (Vi forestille her en Kraft som at trykke efter AB parallel E*m*, saa at Tyngden ei kan glide ned efter Kilen, imidlertid at en Kraft efter KL trykker paa denne Machine, og staaer saaledes ved dens Hielp i Ligevegt med Lasten CD). Da bliver Lastens Vei *mn*, imidlertid at Kraften igiennemløber et Rum, som E*n*. Følgelig forholde sig Lasten til Kraften som E*n* : *mn*. Men da E*n* : *mn*, som Kilens Høide til Kilens Bredde, saa følgelig flyder deraf denne Regel §. 11.

At saa tidt som en Last virker perpendikulær paa Høiden EM af en retvinklet Kile, og Kraften derimod perpendikulær paa Hovedet eller Bredden af Kilen. Da forholde sig bestandig Lasten til Kraften, som Kilens Høide til Kilens Bredde.

Kaldes derfor Lasten L, Kraften K, Kilens Bredde *b*, dens Høide *h*. Da bliver $Lb = Kh$. Og derfor

1) Om Lasten søges $L = \frac{Kb}{b}$.

2) Om Kraften søges $K = \frac{Lh}{h}$.

3) Om

3) Om Kilens Brede søges, er $b = \frac{Kb}{L}$.

4) Søges dens Høide, da er $h = \frac{Lb}{K}$.

Hvoraf alt det kan bestemmes, som angaaer Kilen, naar den virker paa den her antagne Maade.

§. 26.

Saa og i Skruen. I denne Machine forholder sig Lasten til Kraften som den Peripherie, Kraften beskriver til to Skrue-Giengers Distance.

Den siette og efter vor Inddeelnings-Maade den sidste af de simple Machiner er Skruen. Skruen er dobbelt, den udvendige som *Elgh*, (Taf. I. Fig. 9.) og den indvendige eller hule Skrue.

Den udvendige er, som man seer af Figuren, en Cylinder, om hvilken er vunden en Spiral *dElp*, eller paa hvilken en saadan Spiral er indskaaren.

Den indvendige derimod, hvilken man kan forestille sig som indskaaren i Brettet WX udi *lk* saaledes, at de hule Gienger passe net op til de udvendige spirale Trak i den forstomtalte Skrue, er af den Beskaffenhed, at den første Skrues udvendige Gienger uhindret kunde velte sig om udi dens indvendige.

Skal Bevægelse skee, maa begge disse Skruer skaarne og passede efter hverandre sammenfoies.

§. 27.

Dersom da en Kraft ved Hielp af den Vegtstang *ab* velter Skruen om, betynget med en Last udi *t*. Da for at forstaae, hvad Forhold Last og Kraft skulle have imod hveran-

hverandre, haver man atter igien intet andet nødigt, end at undersøge, hvad Rum Lasten og Kraften igiennemløbe udi samme Tid. For at forstaae dette desto bedre, maa agtes, at ved en Omveltning af Skruen giort ved Stangen ab, beskriver Kraften Peripherien af en Cirkel, hvis Halv-Diameter er nb, imidlertid at Lasten t løftes alene i Høiden om to Skrue-Giengers Distance Ep, hvoraf flyder denne Hoved-Regel for Skruen §. 11.

At Lasten forholder sig til Kraften, naar de staae i Ligevegt sammen ved Hielp af en Skrue, som den Peripherie, Kraften i en Omveltning igiennemløber, til to Skrue-Giengers Distance.

Man kan her derfor, som i de foregaaende Machiner, af de tre givne Ting altid bestemme den fierde, som søges.

Thi kaldes Last og Kraft atter igien L og K, to Skrue-Giengers Afstand fra hinanden d, Kraftens Peripherie p, da bliver $K.p = L.d$. Saa at derfor

1) Naar Lasten søges, er $L = \frac{Kp}{d}$.

2) Søges Kraften, da er $K = \frac{Ld}{p}$.

3) Søges Skrue-Giengernes Afstand fra hverandre, da bliver $d = \frac{Kp}{L}$.

4) Søges endelig den Peripherie, som Kraften maa beskrive, da bliver $p = \frac{Ld}{K}$.

§. 28.

§. 28.

Disse ere de saa kaldte simple Machiner, af hvilke alle andre, saa vidtloftige de endog kunne være, alle med hverandre uden Forskiel sammensættes. Vi have her ikke betragtet dem uden i de simpleste Tilfælde af Kræfternes Direktioner; vi skulle udfore Resten i de folgende Forelæsninger. Imidlertid er det allererede sagte i Machin-Væsenet af Vigtighed, siden i det virkelig indeholdes den store Hoved-Idée af alt det didhen horende, hvoraf vi og til stor Deel kunde udlede Resten, dersom vi ikke holdt det for tienligt, at vise Nytten af Kræfternes Parallelogram i Machinerne, og hvorledes ved dets Hielp alle Spørsmaal af dette Slags paa den alleralmindeligste Maade let kunne oploses.

§. 29.

Vi skulde i det folgende vise, hvor en af disse simple Machiner bedre kan bruges end den anden. Her ville vi til Slutning agte, at det, som vi have beviist om Tyngderne, gielder i Almindelighed om alle Kræfter, fordi Tyngder altid kunde sættes i Steden for de andre af dem; og at det samme gielder om alle de simple Machiner i Almindelighed, som vi for have beviist om Vegtstangen: At nemlig ingen Last kan i Theorien være saa stor, den jo af en hver given Kraft kan overvindes, alene at Machinen indrettes saaledes, at Momentet af Kraften bliver ligesaa stort som Momentet af Lasten, hvilket i Theorien altid er mueligt.

Anden Forelæsning.

Om Vegtstangen i Særdeleshed.

§. 30.

Kræfternes Ligevegt bestemmes, naar de trekke over en Vegtstang efter skieve Direktioner.

Skiont Vegtstangen kan ansees som den simpleste af alle Machiner, er den dog virkelig Hoved-Stykket iblant dem alle, og den, paa hvis Egenskaber alt det ovrige til stor Deel beroer. Vi have i det forrige ei betragtet uden een Tilfælde, den, da Kræfterne bleve antagne at trække perpendikulær imod hverandre. Vi ville her overlegge alle, de nemlig med, naar Kræfterne trekke over skieve Direktioner. Men ved skieve Direktioner forstaae vi alle de, som trekke under Direktioner, efter hvilke det Punkt, de søge at bevæge, ei kan bevæges frit, men med Hinder.

§. 31.

I dette Tilfælde forholde sig de i Ligevegt staaende Kræfter over en Vegt-Stang, som Perpendiklerne kastede ned fra

Er da (Taf. I. Fig. 11.) AB en Vegtstang, hvis Hvile-Punkt er C, trekkes dens ene Ende A af en Kraft efter AD, den anden Ende B af en anden efter BD, imidlertid at en tredie holder imod, da maa, om Ligevegt skal skee, Direktionen af Diagonal-Kraften være CD, og gaae igiennem

nem Hvile-Punktet C. Endnu ydermere maa efter §. 69. Mekan. Forel. i dette Tilfælde Kraften i A forholde sig til den i B som CF : CE, det er, forkeert som Perpendiklerne paa de trekkende Kræfters Direktioner, fra det Punkt C af regnede, i hvilket den tredie Kraft holder imod paa Stangen. Hvile-Punktet paa Kræfternes Direktions-Linier.

§. 32.

Forestiller man sig nu videre det Punkt C, som Vegt-Stangens Hvile-Punkt, og at dets Modstand er i Steden for den tredie Kraft, som holder imod de to andre udi C, da sees, at saa tidt som to Kræfter skulle være i Ligevegt med hverandre over en Vegtstang AB, da maa de forholde sig i Storrelse til hverandre, som Perpendiklerne fra Hvile-Punktet paa deres Direktions-Linier forkeert tagne.

§. 33.

I denne Henseende kunde agtes følgende Hoved-Tilfælde: Enkelte Exempler desangaaende forklares.

1) Om Kraft og Last begge trekke perpendikulær paa Vegtstangen, som Taf. I. Fig. 12., og Lasten kaldes L, Kraften K; da, fordi Perpendiklerne paa Direktions-Linierne ere Vegtstangs-Armene selv AC og BC, saa er L:K=BC:AC, det er Lasten til Kraften, som Vegtstangs-Armene forkeert, fuldkommen som for §. 18. Under denne Hoved-Tilfælde henhore endnu følgende.

a) (Taf. I. Fig. 13.) henger Lasten oven over Stangen som i D vertikal, og Kraften virker derimod perpendikulær paa den udi B, er dog endnu $L : K = BC : CA$.

b) Er Vegtstangen brudt som (Taf. I. Fig. 14.) og Kraften virker efter AK perpendikulær paa AC. Lasten efter BL perpendikulær paa BC, da, fordi Perpendiklerne paa Direktionerne ere CA og CB, ere endnu $L : K = AC : CB$.

c) Er Vegtstangen krum som ACB, Fig. 15., da er, naar paa Direktionen AK, forlænget til D, Perpendiklen CD kastes ned, $L : K = CD : CB$.

§. 34.

Ere Direktionerne vel parallele, men ei perpendikulære paa Vegtstangen, da kunne følgende Tilfælde agtes.

1) (Taf. II. Fig. 1.) Vegtstangen BCA er boiet i C, Lasten trekker efter BL, Kraften efter AK, da er, naar Perpendiklerne fra Hvile-Punktet C kastes ned paa Direktionerne BL og AK, $L : K = CE : CD$.

2) Trykke begge Kræfterne L og K efter parallele Direktioner BL, AK over den Vegtstang BCA, Taf. II. Fig. 2.) da, om fra Hvile-Punktet C Perpendiklerne CD og CE kastes ned, er $L : K = CE : CD = CA : CE$.

§. 35.

Endelig, om Direktionerne ei ere parallele, kan iblant mange følgende Tilfælde særdeles agtes.

1) Er

1) Er (Taf. II. Fig. 3.) Vegtstangen som BCA, Direktionerne, efter hvilke Kræfterne L og K trekke BL og AK, da, om fra Hvile-Punktet C Perpendiklerne CD og CE kastes ned, er $K : L = CD : CE$.

2) Er som i Fig. 4. Løfte-Stangen BCGA, da er $L : K = CE : CD$.

§. 36.

Fordi da (Taf. II. Fig. 3.) man altid kan, naar Vegtstangs-Armene BC og CA ere givne, tilligemed Direktionerne af Kræfterne BL og EK, finde Perpendiklerne DC og CE, thi i de retvinklede Triangler DBC og ECA ere da en Side og to Vinkler givne. Saa følger, at om Perpendiklen DC kaldes p, og Perpendiklen CE, P, bliver $L.p = K.P$ bekiendt, i hvorledes end Vegtstangen er boiet, og efter hvad for Direktioner at end Kræfterne trekke i B og A.

§. 37.

Deraf følger, at man kan

1) Naar Last og Kraft ere givne og deres Direktioner, tilligemed Hvile-Punktet, bestemme den Forhold af Perpendiklerne, hvilken om virkelig følges, Last og Kraft da, i hvor de end legges over Vegtstangs-Armene, maa staae i Ligevegt med hverandre. Thi da $L.p = K.P$, er altid den Forhold $P : p$ den samme, som den af $L : K$.

Hvorledes i Almindelighed under alle mulige Kræfternes Direktioner af de tre givne Ting i Vegtstangen den fierde kan findes.

Er desuden den ene af Perpendiklerne given, findes den anden ved den simple Regel-Detri. Eller, om BC er given, tilligemed Lasten, Kraften og deres Direktioner,

kan af BC Perpendiklen CD søges, ved dens Hielp igien Perpendiklen CE, af denne igien Linien CA, og saaledes altid de Punkter paa Vegtstangen B og A bestemmes, paa hvilke, om Last og Kraft, eller i Almindelighed de to givne Kræfter, komme til at trekke efter de givne Direktioner, disse to Kræfter da altid staae i Ligevegt sammen.

§. 38.

Videre. 2) Naar i Almindelighed Perpendiklerne og Hvile-Punktet ere givne, tilligemed Direktions-Vinklerne af Last og Kraft paa Vegtstangen BCA; findes, som for, Forholden imellem Lasten og Kraften, og derfor, om een af disse sidste tillige er given, findes let den anden, siden den ikke bliver andet end den fierde, i Proportion til de tre givne. Man kan i denne Tilfælde af de givne Perpendikler finde Punkterne paa Vegtstangen B og A, som for, for over dem at anlegge efter de givne Direktioner Lasten og Kraften.

Ere derimod alene de Linier BC og CA givne, tilligemed Direktionerne af Last og Kraft, da søges først Forholden af Perpendiklerne CD og CE, hvorved, som for, Forholden imellem Last og Kraft er bekiendt, saa at derfor, om en af disse er given, bestemmes let den anden.

§. 39.

Naar Lasten og Kraften ere givne, tilligemed

Ere alene Lasten og Kraften givne, tilligemed deres Direktions-Linier, men ikke Hvile-Punktet, og i dets Sted alene

alene Summen af Perpendiklernes Størrelser (Taf. II. Fig. 4.), nemlig DC + CE. Da om man antager Hvile-Punktet at være udi C og CD + CE = a, Lasten i L = L, Kraften i K = K, og den efter Behag antagne Perpendikel CD = x, da bliver CE = $a - x$, og L.x = K.($a - x$), følgelig er Lx + Kx = Ka og $x = \frac{Ka}{L+K}$.

deres Direktioner og Vegtstangens Længde imellem dem, da at finde Hvile-Punktet.

Er Perpendiklen CD saaledes funden, da findes let af den givne Direktions-Vinkel CBD og den rette Vinkel ved D Linien CB, og følgelig Hvile-Punktet C.

§. 40.

Dersom i dette Tilfælde (Taf. I. Fig. 1. og Taf. II. Fig. 2.) Vegtstangen er en ret Linie, Direktionerne af Last og Kraft parallele, og den hele Vegtstangs Længde = a, da bliver Hvile-Punktets Distance fra Lasten den fierde i Proportion til Summen af Last og Kraft, til Kraften og til den hele Vegtstangs Længde. For Exempel, om Lasten er 70 Pund, Kraften 5, den hele Vegtstangs Længde 50′, da bliver Hvile-Punktets Distance fra Lasten = $3\frac{1}{3}$

§. 41.

* Man kan af alle disse her anførte Regler giøre en Mængde Slutninger udi enkelte Tilfælde, men da enhver let selv seer, hvorledes de almindelige Regler kunne anvendes udi særdeles Tilfælde, ville vi derved ei opholde os, for at tale om, hvad Styrke Hvile-Punktet bør have, at det ei af de paa Vegtstangen i Ligevegt staaende Tyngder brekkes.

I hvad Direktion at Hvile-Punktet virker igien imod de trykkende Kræfter, og hvor meget at dette Punkt haver at udstaae.

Til den Ende maa agtes (Taf. II. Fig. 5.) at om AB er en Vegtstang, over hvilken to Kræfter, som trekker efter AD og BD, staaer i Ligevegt med en tredie, som holder imod udi C, da forholder sig §. 69 Mek. For. Kraften i C, der trekker efter Diagonalen CD til den i B, der trekker efter BD, som Perpendiklen AF (kastet ned fra A, hvor den anden Kraft trekker efter AD) til AE. Hvoraf sees, at fordi AF er Sinus til Vinklen ADB, og ligeledes AE Sinus til Vinklen ADC, da forholder sig den Kraft, som Hvile-Punktet C maa anvende i Direktion af Diagonalen, til den Kraft i B, som Sinus af begge Kræfternes Direktions-Vinkel, til Sinus af Vinklen, hvilken den anden af Kræfterne gier med Diagonalen.

§. 42.

* Deraf følger,

1) At den Kraft, Hvile-Punktet maa anvende, forholder sig til begge Kræfterne i A og B som Sinus ADB : Sinus ADC + Sinus CDB. Da derfor, naar Vinklen ADB er stor, Sinus ADB er altid ulige mindre i Henseende til Sinus ADC + Sinus BDC, end naar Vinklen ADB er liden, som man veed af Trigonometrien; saa følger, at jo større Vinklen er, under hvilken Direktionerne af de i A og B trekkende Kræfter stede sammen, desto mindre trykkes Hvile-Punktet C, jo spidsere derimod at denne Vinkel bliver, desto stærkere maa det staae imod.

2) Bliver Vinklen ADB = 180°, da fordi Sinus 180° = 0 blev i denne Tilfalde Hvile-Punktet C slet intet trykt af de paa Vegtstangen trykkende Tyngder. Virkelig giorde Kræfterne i denne

denne Tilfælde intet andet, end at skyde Stangen hen over Hvile-Punktet.

3) Bliver Vinklen ADB meget liden, hvilket skeer i det Tilfælde, da Direktionerne AD og BD enten ere parallele eller fast parallele, da fordi Sinus ADB = Sin. ADC. Cosinus CDB + Sin. CDB. Cosin. ADC = Sin. ADC + Sin. CDB, naar Cosinus ADC = Cosin. CDB = 1; bliver Sin. ADB = Sin. ADC + Sin. CDB. Følgelig bliver Hvile-Punktet i disse Tilfælde altid trykt ned efter med en Kraft, hvilken er saa stor, som Summen af begge Kræfterne udi A og B. Hvoraf tillige sees, at det, Hvile-Punktet haver at udstaae, er da paa sit Største.

§. 43.

Hvile-Punktet og det felles Tyngdes Center ere ei adskillige.

Ved det felles Tyngdens Center forstaae vi her, som for §. 121 Mekan. Forel., det Punkt i en Linie, hvilken sammenfoier de egentlige Tyngdernes Centrer i to adskillige Tyngder, fra hvilket af at regne Distancerne ere i forkeert Forhold af Tyngderne.

Saa tidt derfor (Taf. I. Fig. 12.) to Tyngder, som trekke efter vertikale Direktioner, staae i Ligevegt sammen over en Vegtstang, er altid Hvile-Punktet deres felles Tyngdes Center, thi man seer af §. 18 og 32, at, for at finde det felles Tyngdes Center imellem A og K, om AB = a, AC = x, og altsaa BC = $a - x$, maa være $L : K = a - x : x$, saa $x = \frac{Ka}{K+L}$, og at derfor dette

Punkt findes fuldkommen saaledes, som forhen Hvile-Punktet §. 39, endog under skieve Direktioner.

§. 44.

Hvorledes Kræfternes Ligevegt kan bestemmes, naar flere Kræfter tillige trække imod hverandre over en Vegtstang.

Dersom (Taf. II. Fig. 6.) flere Kræfter trække en Vegtstang i A, H, B, efter Direktioner, som AM, HL, BD, og de alle staae i Ligevegt omkring det Punkt C, da findes §. 60 Mek. For. Direktionen og Størrelsen EG af den Kraft, som efter EG sat i Steden for de to i A og H, gior med dem den samme Virkning, følgelig kan i denne Tilfælde Ligevegten og Hvile-Punktets C Trykning af Kraften i B og af den efter EG findes, og paa denne Maade bestemmes i Henseende til flere deslige Kræfter, som om de ei vare uden tvende.

§. 45.

I Særdeleshed, naar Direktionerne ere parallele eller vertikale.

Trække i dette Tilfælde Kræfterne i A og H efter parallele Direktioner, da sees §. 68. 69. Mek. Forel. at Kraften efter EG bliver saa stor som begge Kræfterne i A og H, fordi da $Ko = Kn + Is$. Men man seer ydermere, at da Tyngden i A er som Kn, og den i H som Is, saa falder i alle Tilfælde den midtlere Direktion EG igiennem det felles Tyngdes Center af A og H, følgelig her ligeledes; og Direktionen af EG bliver desuden parallel med Direktionerne udi A og H. Ligeledes sluttes i Henseende til en heel Mængde Tyngder eller Kræfter, som trække paa Vegtstangen efter parallele Direktioner, saa at deraf flyder denne almindelige Regel.

At

At saa tidt som en heel Mængde af Kræfter tillige trekker paa een af Vegtstangens Arme efter parallele Direktioner, da kan man i Steden for dem alle i deres felles Tyngdes Center efter samme Direktion anvende en eneste, saa stor som de alle, da Virkningen paa Vegtstangen i begge disse Tilfælde altid bliver een og den samme. Saaledes, om (Taf. II. Fig. 9.) flere Tyngder D, L, F staae i Ligevegt med den Tyngde I over en Vegtstang, og man i Steden for dem alle vil sætte en eneste af samme Virkning, da søges §. 43 imellem A og B det felles Tyngdes Center = o, og atter igien imellem begge Tyngdernes D og L Sum betragtet som anlagt udi o og Tyngden F udi C, det felles Tyngdes Center *p*, saafremt da i *p* samtlig Tyngderne D, L, F henges op, er Ligevegten med I endnu den samme som for.

§. 46.

Hvor mange Slags at Vegtstængerne ere.

Man pleier sædvanlig at tage tre Slags af Vegtstænger i Betragtning, hvoraf det første Slags er den allerede beskrevne, da Hvile-Punktet er i Midten, og Lasten saavel som Kraften ligge hver paa sin Side af dette Punkt.

Vegtstænger af det andet Slags kaldes de (Taf. II. Fig. 7.), som have baade Last og Kraft anlagte paa den samme Side af Hvile-Punktet C saaledes, at Kraften, der trekker efter AK, er i A, og Lasten, som den skal staae i Ligevegt med, og som trekker efter en Direktion som BL, er i B.

De af tredie Slags ere i intet adskillige fra disse, uden at man anseer Lastens og Kraftens Steder paa Vegtstangen som forbyttede. I Brugen haves paa dette Slags Vegt-Stænger et gemeent Exempel i Uld-Saxene.

§. 47.

Maade at bestemme Ligevegten, naar Last og Kraft begge ligge paa den samme Side af Hvile-Punktet, saavelsom Direktionen af Hvile-Punkters Modstand.

Man kan derfor afhandle disse to sidste Slags Vegt-Stænger under et. Er da AC en saadan Vegtstang, hvis Hvile-Punkt er i dens Ende C. Den ene Kraft i A, som trekker efter Ao, den anden i B, som trekker efter BL, da om fra Hvile-Punktet C kastes de Perpendikler CE og CD ned paa Direktionerne oA og BL ere Kræfterne i A og B udi Ligevegt, saafremt at Kraften udi A forholder sig til den udi B forkeert-viis, som disse Perpendikler eller som CD : CE.

Thi Hvile-Punktet udgior den tredie Kraft, som udfordres, for at fyldestgiøre Kræfternes Parallelogram, saa at da de to andre Direktioner lobe sammen efter AK og efter LK udi K, bliver CK Direktionen af den tredie Kraft, som kommer fra Hvile-Punktet C. Følgelig om KM forestiller Kraftens Direktion og Storrelse udi B, forestiller KF Storrelsen og Direktionen af Kraften udi A, og ligeledes KN Storrelsen og Direktionen af Kraften udi C.

KM er til KF = Sinus $x + o$ (eller oKC) : Sinus o, men CD er = Sinus o og CE = Sinus $o + x$, om CK tages for Halv-Diametern eller begge Vinklers felles Sinus totus. Følgelig er og KM : KF (eller Kraften i B til den i A) = CE : CD.

§. 48.

§. 48.

Dersom Kræfterne udi A og B (Taf. II. Fig. 10.) trekke perpendikulær paa Vegtstangen, da blive Distancerne fra Hvile-Punktet CB og CA selv Perpendiklerne. Følgelig forholde sig i denne Tilfælde de paa Vegtstangen perpendikulær virkende Kræfter, som Distancerne fra Hvile-Punktet C forkeert tagne.

§. 49.

I disse Tilfælde bestemmes Hvile-Punktets Pression.

* Da (Taf. II. Fig. 8.) KN forholder sig som Sinus n, og KM som Sinus T (eller $o + x$, Fig. 7.) kastes da fra det Punkt A, hvor den anden Kraft trekker, Perpendiklerne AR og Ar ned paa Direktions-Linierne KC og KB, da forholder sig Hvile-Punktets Modstand eller den Pression, det haver at udstaae, som Sinus n, og Kraften i B som Sinus T, men Perpendiklen Ar er = Sinus T, og Perpendiklen AR = Sinus n eller BKA, naar KA antages for disse Sinus deres felles Halv-Diameter, følgelig forholder sig Hvile-Punktets Pression udi C til Kraften i B, som AR : Ar, eller forkeert, som Perpendiklerne fra A paa Direktionerne §. 32, om A blev anseet som Hvile-Punkt.

§. 50.

* Deraf sees 1) at jo større Vinklen AKB bliver, desto større bliver Pressionen i C, og størst, naar Vinklen AKB = 180°. Dette forstaaes letteſt, om man trekker samtlig Direktionerne af Kræfterne saaledes ud, at SPLK bliver Kræfternes Parallelogram, da man seer strax, at jo mindre den Vinkel SPK bliver, som Kræfternes

Direktioner udi A og B, Kræfterne selv uforandrede, gjøre med hverandre, desto større Forhold faaer Siderne PS og SK til den foranderlige Kraft, der maa anvendes af Centret C efter CK, saa denne bliver derfor idelig i sin Forhold til Summen af Kræfterne udi A og B mindre, alt som Vinklen PSK bliver mindre og mindre.

Alt derimod, som Vinklen PSK skal blive større, falde PS og SK nærmere ind over PK, og altsaa faaer PK imod dem bestandig større Forhold, og endelig den allerstørste, om PSK = 180°, da PK = PS + PK. Det er, den Pression, som Hvile-Punktet C haver da at udstaae, er saa stor som Summen af de trykkende Kræfter i A og B.

Man kan desuden meget let see dette sidste, alene at man iagttager, at saasnart som Vinklen PSK, eller AKB = 180°, trekke begge Kræfterne efter Direktion af Vegtstangen ind imod *c*.

2) Bliver Vinklen PSK uendelig liden, da kan det skee paa to Maader. Den ene, om det Punkt S er uendelig langt borte fra PK, imidlertid at denne sidste, ligesom i forrige Tilfælde, kan ansees som foranderlig; følgelig bliver da PK imod PS og SK som slet intet, saa at saa tidt som Vinklen AKB, som Direktionerne i A og B gjøre med hverandre = 0, fordi disse Linier da ere parallele, saa trykkes Hvile-Punktet udi C aldeles ikke. Virkelig trekke og i denne Tilfælde to lige store Kræfter A og B over samme Linie imod hverandre, saa at Hvile-Punktet C da intet kan lide.

3) Men den anden Tilfælde, i hvilken Vinklen PSK kan blive = 0, er den, naar man forestiller sig, at Linierne KS og SP bøies saa længe langs hen ud over KP, indtil omsider PK falder

der i lige Linie med PS og SK, i dette Tilfælde af PSK = o er det klart, at KP = SK — SP, hvoraf følger; at saa tidt som to Kræfter staae i Ligevegt med hverandre over adskillige Punkter A og B paa en Vegtstang, og trykke efter parallele Direktioner paa Vegtstangen, da bliver den Modstand, som Hvile-Punktet C maa anvende, saa stor som Forskiellen imellem begge disse Kræfter, og den mindste muelige i dette Tilfælde.

§. 51.

Videre sees, at om (Fig. 10.) paa en Vegtstang af anden eller tredie Slags henger efter den naturlige eller vertikale Tyngdernes Direktion i K en Tyngde = K, i L en anden = L, da ere de i Ligevegt, om L : K = AC : BC.

§. 52.

Naar Hvile-Punktet kaldes Bevægelsens Center.

Dersom Kræfterne, i Steden for at staae i Ligevegt omkring Hvile-Punktet, virkelig kunne bevæge Vegtstangen, da kalder man dette Punkt Bevægelsens Center.

§. 53.

Hvoraf Kræfternes Moment, til at bevæge Vegtstangen, bør sluttes.

Naar to Kræfter staae i Ligevegt over en Vegtstang, (Taf. II. Fig. 11.) trekkende efter Direktioner AK og BF, da er, om Størrelsen af den i K = K, og af den i F = L, K. CD = L. CF. Følgelig er K. CD den relative Styrke som den Kraft i K haver til at stræbe imod den Kraft udi F. Saafremt da at man antager, at L med et blev taget bort, blev Kraften i K endnu den samme. Følgelig bliver den hele Styrke eller det Momentum, som Kraften i K haver

til

til at bevæge Vegtstangen omkring C, (C anseet som Bevægelsens Center) = K. CD. Hvoraf følger

At den hele eller relative Styrke, som en Kraft haver til at bevæge en Vegtstang, er proportionert Kraften selv, multiplicert med Perpendiklen fra Bevægelsens Center.

§. 54.

Videre sees, at om flere Kræfter trekke, K efter den Direktion AK, M efter EM, H efter GH, og Perpendiklerne paa Direktionerne CD, CF, CH kastes ned fra Bevægelsens Center C, da ere saalig disse Kræfters relative Styrke til at bevæge Stangen Go omkring Bevægelsens Center C = K. CD + M. CF + H. CH.

§. 55.

Hvorledes flere Kræfters Ligevegt over en Vegtstang kan sluttes af deres Momenter.

Saafremt da at en eneste Kraft M udi o og af Direktion oM skal holde Ligevegt med alle de andre, maa dens Styrke i at bevæge Vegtstangen være alene lige saa stor, som alle de andres, da derfor dennes Moment i o er M. CN, saa maa M. CN = K. DC + F. CF + H. CH. Det er, Kræfternes imodsatte Momenta maa paa samme eller paa begge Sider af Bevægelsens Center, som da bliver Hvile-Punkt, være lige stor, eftersom Vegtstangen er enten af det ene eller andet Slags til.

§. 56.

Og saafremt som flere Kræfter F og M udi B og O skulde holde Ligevegt med alle de forrige, da maa ligeledes

M. CN

M.CN + L.EC = K.CD + F.CF + H.CH. Ligeledes om de Kræfter A, G, E, S, (Taf. III. Fig. 1) trekke efter Direktioner AB, GM, FE, HS, da maa, om de skulle være udi Ligevegt, A.CA + G.CG = E.CE + S.CS.

§. 57.

Vil man, i Steden for den Kraft eller Tyngde L i B, (Taf. II. Fig. 10.) i A sætte en anden, som skal i Henseende til Vegtstangen giore samme Virkning med L, og den i A = K, Perpendiklerne fra Bevægelsens Center eller Hvile-Punktet være CB og CA. Da bliver L.BC = K.AC og K = $\frac{L.BC}{AC}$, hvoraf sees; at de Kræfter, hvilke saaledes svare til hverandre, forholde sig som Distancerne fra Bevægelsens Center eller fra Hvile-Punktet forkeert tagne.

Hvorledes Kræfterne kunde vexle af med hverandre over adskillige Punkter paa Vegtstangen, saa Ligevegten eller Momentet dog bliver uforandret ved.

§. 58.

Man kan paa samme Maade til et hvert given Punkt *p*, (Taf. II. Fig. 9.) i Steden for de Kræfter eller Tyngder D, L, F, finde en anden, hvilken alene gior i *p* den samme Virkning, som D, L, F udi A, B, C. Man haver alene nødig at dividere samtlig deres Momenta med den antagne Distance *p*G fra Bevægelsens Center eller fra Hvile-Punktet G.

Tredie Forelæsning.

Om Vegtstangen, betragtet som tung, som i virkelig Bevægelse; og om de simpleste Machiner, som ere sammensatte af Vegtstænger alene.

§. 59.

Hvorledes Kræfternes Ligevegt bestemmes i det Tilfælde, da Vegtstangen selv er tung og dens Hvilepunkt ikke er dens Tyngdes Center.

Vi have i det forrige ikke betragtet Vegtstangen, uden alene som en Linie uden Tyngde. Saafremt derimod, at man tillige vil betragte dens Vegt, blive Beregningerne dog derfor ikke vanskeligere. Vi ville her alene forklare den Tilfælde, da Vegtstangen er en ret Linie og Tyngdernes Direktioner vertikale, i hvilken man let seer, at i Steden for Vegtstangens hele Vegt, kan efter det, vi forud have sagt (Mekan. Forel. §. 101.), en Tyngde, saa stor, som den hele Vegtstangs, ansees for at være hengt op i dens Tyngdes Center, imidlertid at i øvrigt den hele Vegtstang blev anseet som en uboielig Linie uden Tyngde, hvilken Betragtning af Sagen, naar først er bleven giort, er det øvrige uden Vanskelighed, §. 55. 56. som strax skal vises.

Desuag-

Desuagtet, da det maaskee kunde opvække en Tvivl hos de, som ei nok have overlagt, hvor almindeligt Beviset er af §. 101. M. F., om det og kan passe sig her, da (Taf. II. Fig. 12.) den Deel AD veier imod den Deel af Vegtstangen DB, saa kan det være tienligt, forud at bevise, at det kommer aldeles ud paa et og det samme, hvad heller man betragter i C, som Tyngdens Center af den Arm AD, en Tyngde G ophengt, hvis Vegt var ligesaa stor, som den hele Vegt af AD. Og ligeledes i F, som Tyngdes Center af Armen DB, en Tyngde H ophengt af samme Vegt som DB, eller, om man i Steden for begge disse Tyngder betragter Tyngden af den hele Vegtstang I + K = G + H ophengt i dens Tyngdes Center udi E.

Kaldes CD, a, DF, b, da findes E eller Tyngdens Center af den hele Vegtstang efter §. 43. Thi om FE $= x$, Tyngden i G $= p$, den i H $= P$, da er $p : x = P :$ (FE) $a + b - x$, og derfor $x = \frac{ap + bp}{P + p}$, følgelig DE $= b - x = \frac{bP - ap}{P + p}$, og DE.$(P + p) = bP - ap =$ P.FD $- p$.CD, saa at det kommer ud paa et, hvad heller man i de særlige Tyngdes Centrer C og F anseer hver Arms Vegt eller Tyngde for sig at være ophengt, eller om man anseer den hele Tyngde af Stangen som at være anlagt til at tynge i dens Tyngdes Center.

§. 60.

Dette forudsat, er nu intet lettere, end at giøre alle Beregningerne, Vegtstangen angaaende. Thi er (Taf. II. Fig. 13.) AB en Vegtstang, Lasten i A = L, Kraften i B = K, Stangens Tyngdes Center udi D, og dens hele Vegt = E; da, om man søger §. 57 den Vegt, hvilken udi K kan giøre samme Virkning i Henseende til L, som E udi D, da bliver denne Kraft i B = $\frac{E.DC}{BC}$; hvilken, om trekkes fra den Kraft i K, $\frac{L.AC}{BC}$, da bliver $\frac{L.AC - E.DC}{BC}$ den Kraft, som i K holder Ligevegt med L.

Saa man saaledes altid kan, naar Lasten og Vegtstangs-Armenes Forhold ere givne, tilligemed Tyngden af Vegtstangen og dens Tyngdes Centers Distance fra Hvile-Punktet, finde Kraften.

§. 61.

Er alt given som for, alene med den Forskiel, at Lasten nu søges, og at Kraften derimod er given, da bliver §. 55. 56. E.DC + K.BC = L.AC. Altsaa L = $\frac{E.DC + K.BC}{AC}$.

§. 62.

Søger man en af Vegtstangs-Armene, for Ex. Kraftens eller BC, og dertil ere blevne givne Lasten med Kraften og Lastens Vegtstangs Arm, tilligemed Tyngdens Center D i Vegtstangen, og dets Distance DC fra Hvile-Punktet,

tet, da om CB kaldes x, er $K.x + E.DC = L.AC$, folgelig $x = \frac{L.AC - E.DC}{K}$.

§. 63.

Dersom Hvile-Punktet ikke er given, men alene Lasten og Kraften, tilligemed den hele Vegtstangs Længde, og dens Tyngdes Centers Distance fra en af Enderne, f. Ex. fra A. Kalder man da, som for, Lasten L, Kraften K, Tyngden af Vegtstangen E, den hele Vegtstangs AB Længde a, AC, x, DA, b, da er §. 308.

$$L.x = E.(b - x) + K.(a - x),$$

og $x = \frac{Eb + Ka}{L + E + K}$.

§. 64.

Dersom Tyngderne paa Vegtstangen (Taf. II. Fig. 13.) ansees som at sidde fast udi A, D, B, og man ei vil antage, som forhen, at disse Kræfter stode udi Ligevegt sammen, men at de paa den ene Side overveiede de paa den anden, da er det beviist §. 54, at Overvegten, for saa vidt den er i Stand til at bevæge Vegtstangen, findes ved at søge Forskiellen imellem alle Momenta paa begge Sider af Hvile-Punktet.

§. 65.

Man seer let, at i denne Tilfælde skeer en virkelig Bevægelse, saa og af hvad Art den er, den samme nemlig, som

Naar Kræfterne virkelig bevæge Vegtstan-

gen, da er Bevægelsen i den den samme, som i et sammensat Pendul.

som naar et sammensat Pendul svinger om sit Henge-Punkt udi C. Da nu Svingets Center er det Punkt, som altid under Faldet gaaer med frie og uhindret Bevægelse, saa kan saavel Hastigheden af det hele Fald, som Tiden af det, ved Hielp af dette Punkt bestemmes (*).

§. 66.

No. 1.

(*) Da Vegtstangen, saa snart som den virkelig bevæges, bør ansees paa samme Fod som et Pendul, der svinger, saa følger deraf, at om (Taf. II. Fig. 14.) A og B ere to Tyngder, hvilke staae i Ligevegt med hverandre, og B formeres først lidet, siden meer, da maa i det sidste Tilfælde A hastigere eller i kortere Tid blive bevæget igiennem Buen AF end i det første. Saa at hvad man derved taber i Kræfter, vindes igien i Tiden; Men da Tiden ei tager af eller til i samme Forhold med Kræfterne, saa maa nødvendig i B et vis Tillæg af Kræfter kunde gieres, hvorved i Henseende til Kræfterne og Tiden tillige den største Fordeel var at vinde.

For at forstaae dette saa meget desto bedre, maa agtes, at naar adskillige Formeringer af Tyngde, mindre nemlig og større, skee udi B, da falder ved en liden Formering Svingets Center længere fra C, i D for Exempel, og naar en større Tyngde i B henges paa, falder det, som i E, nærmerere oppe imod C. Thi staae Tyngderne i A og B udi Ligevegt sammen, da er Svingets Center uende-

lig

§. 66.

Dersom (Taf. III. Fig. 2.) en Tyngde AF skal understøttes af to Stytter, hvoraf den ene er ulige svagere end den anden, eller bæres af to Personer, hvoraf den ene er af langt mindre Kræfter end den anden, da er der ingen Vanskelighed i, at postere dem saaledes under Byrden, saa de Dele, de af den faae at bære, ere i Forhold af deres Kræfter.

Hvad Dele af Tyngden at de Kræfter bære, som holde imod over ulige Distancer fra Tyngdens Center.

Thi

---

lig langt borte fra C. Mek. For. §. 156. 157. Henges i B den Deel x paa, for at overvinde Ligevegten. Da er $\frac{A.AC^2 + B.BC^2 + x.BC^2}{x.BC}$ Svingets Centers Distance fra C om ved A forstaaes Inertien i A, ved B den i B.

Er da $x = 0$, bliver denne Størrelse ∞. Men alt som x voxer, bliver denne Størrelse mindre, fordi Nævneren voxer ulige stærkere, end Tælleren. Hvoraf videre følger, at i Begyndelsen rykker Svingets Center meget hurtig op imod C, saa længe som x ei er uden et maadeligt Tal. Bliver derimod x et stort Tal, begynder Tæller og Nævner at voxe imod hverandre omtrent i lige Forhold, saa at Bevægelsen af Svingets Center op imod D bliver da under adskillige Forandringer af x alt mindre og mindre.

Da Svingets Center, alt som Kraften udi B formeres, falder alt nærmere og nærmere ind til C, i Begyndelsen hurtig, siden under lige Tilvext af Tyngder udi B mindre

Thi man maa i denne Tilfælde forestille sig som om Vegtstangen AB blev dreven op efter af en Kraft udi D, af en anden udi F, og endelig ned efter af Byrdens hele Tyngde udi C. Da nu i den Tilfælde, da Ligevegt er, altid de to Kræfter ere under sig, som Perpendiklerne, kastede ned fra et Punkt i den tredies Direktion paa deres Direktioner §. 68 Mek. For., saa er det klart, at Kræfterne i D og E forholde sig indbyrdes som Perpendiklerne fra C paa deres Direktioner forkeert tagne, D : G = CF : CD.

Saa-

---

mindre og mindre, saa maa omsider i en Stilning af Svingets Center, udi K for Ex., Kraften i B være blevet paa det fordeelagtigste anhengt, saaledes nemlig, at i denne Stilning meer end i alle andre muelige, Byrden A løftes til den samme Høide AF med det mindste Tab af Kræfter og Tid, begge nemlig tillige tagne.

For derfor at finde, hvad Deel x skal være af Inertien B i dette Tilfælde, kan B sættes $= 1$, $AC = a$, $CB = b$, da man faaer, fordi A og B ere udi Ligevegt sammen, i Følge Hypothesen, $A = \frac{b}{a}$. Hvoraf følger, at Svingets Centers Længde i Almindelighed bliver $= \frac{ba + bb + xbb}{xb} = \frac{a + b + xb}{x}$, og om $a + b = nb$, bliver det $\frac{(n + x)b}{x}$.

Da

Saafremt da at CF tages til CD i forkeert Forhold af Kræfterne, som skulle understotte udi D og F, bære disse sidste Dele af Byrden, som ere i Forhold af deres Kræfter. Kaldes den Linie DF, a, DC, b, da er CF $= a - b$. Kaldes Tyngden i C, T; da bliver $b : a - b =$ Pressionen af T i F til Pressionen af T i D, og altsaa $a : b =$ T til Pressionen i F $= \frac{bT}{a} = \frac{DC.T}{DF}$. Saa man, for at finde Pressionen i et af Punkterne, haver alene nodig at søge den fierde proportionelle til begge Punkternes D og F Distance, til det andet Punkts D Afstand fra Tyngdens Center, og til den hele givne Tyngde i C.

§. 67.

Da her handles om at løfte Byrden A til samme Heide F, skiønt i ulige Tider, saa ere de Buer DH, EG, KL, hvilke Svingets Center, imidlertid at dette skeer, i sine adskillige Distancer fra C igiennemleber, ligedanne Buer, og da dets Fald er altid frit og uhindret, (Mekan. Forel. §. 154.) saa ere Tiderne igiennem disse Buer deres Quadrat-Rødder proportionerte (Mekan. Forelæsn. §. 48.). Det er, Tiderne ere under sig som $\sqrt{Ck}$ eller $\sqrt{CE}$ o. s. v. Følgelig ere de $= \sqrt{\frac{(n+x)b}{x}}$ og proportionerte $\sqrt{\frac{n+x}{x}}$.

Naar Kraften i B haver faaet den fordeelagtigste Tilvext, skal dens Moment, i Henseende til Tiden, være det mindste, og derfor Differentiellet af $(1+x)\sqrt{\frac{n+x}{x}} = 0$.

§. 67.

Deraf sees videre, at denne Tilfælde er den samme med den, da man vil (Taf. III. Fig. 3.), at en Ting AB skal henge frit, baaren af to Tyngder D og E, thi da maa ei alene D og E være i Tyngde lige saa store, som Vegten af AB, men de maa og være under sig, om C er Tyngdens Center udi AB, i Forhold af Cf og Cg saaledes at $E : D = Cf : Cg$.

Skulde

Hvoraf faaes $2x^3 + nx^2 + 2x^2 - n = 0$. Men denne Ligned kan divideres ved $x + 1$. Efter Divisionen faaes

$2x^2 + nx - n = 0$, og deraf igien

$x = \frac{1}{4}\sqrt{8n + nn} - \frac{1}{4}n$,

som er den fordeelagtigste Formering af Tyngde, hvilken man kan giøre, for med de mindste Kræfter i den mindste Tid at udføre den største Virkning.

No. 2.

Deraf sees ydermere, hvorledes Centrets Trykning udi C bør bestemmes, saa tidt som Vegtstangen er udi virkelig Bevægelse. Thi er, som før, i A den ene Tyngde = A, i B den anden = B; da siden at, saa tidt som B har et større Moment end A, B falder og A stiger, saa er Bevægelsen i Vegtstangen den samme, som i et faldende sammensat Pendul. Antages da Tyngdens Center, at være udi M. Svingets Center at være udi K, og man kalder,

Skulde Tyngden T i C (Taf. III. Fig. 2.) holdes af tre Kræfter i D, F, K, da om D tages efter Behag, men mindre end T, er Summen af Kræfterne i F og K = T — D, og Distancen af disse to Kræfters felles Tyngdes Centers Distance fra C bestemmes efter det i §. 66. allerede sagte. Er dette Punkt givet tillige med Punkterne F og K, da bestemmes let Kræfterne i F og K deraf, at de skulle være i forkeert

---

der, som før, AC, a. CB, b. Da bliver CAM eller Tyngdens Centers Distance fra $A = \frac{B.(a+b)}{A+B}$, og fra $C = \frac{B.(a+b)}{A+B} - a = \frac{Bb - Aa}{A+B}$. Ligeledes findes Svingets Centers Distance fra C eller $CK = \frac{A.aa + B.bb}{Bb - Aa}$, fordi AC falder paa den negative eller nægtende Side. Da nu Hastigheden i det Punkt K er bekiendt, fordi det er den, som Tingene have i deres naturlige og uhindrede Fald (§. 154. Mekan. Forel.), saa er og den tvungne Hastighed af Tyngdens Center bekiendt, som her haver Sted under Bevægelsen. Thi kaldes den Hastighed, som vindes ved Tingenes naturlige Fald udi en vis given Tid, H. Da bliver $CK : H = CM$: Hastigheden af Tyngdens Center, fordi at alle Punkterne udi Stangen bevæges med hverandre. Det er $\frac{Aaa + Bbb}{Bb - Aa} : H = \frac{bB - aA}{A+B} : \frac{H.(bB - aA)^2}{(Aaa + Bbb)(A+B)}$. Følgelig bliver den hele Bevægelses

forkeert Forhold af Distancen fra deres felles Tyngdes Center, og at deres hele Sum er T — D. Deraf sees, at dette Probleme er ligeledes ubestemt, saa tidt som endnu flere Kræfter i endnu flere Punkter skulle staae i Ligevegt med en given Tyngde T udi C, eller i samtlig disse Kræfters felles Tyngdes Center. See §. 45. 56.

§. 68.

Størrelse $= \frac{H.(bB-aA)^2}{(Aaa+Bbb)}$, men i det uhindrede Fald blev Bevægelsens Størrelse $= AH + BH$. Følgelig er Forskiellen imellem begge $= AH + BH - \frac{H.(bB-aA)^2}{Aaa+Bbb}$ $= AHB.\ \frac{a^2-2ab+b^2}{Aaa+Bbb}$, hvilket dividert med Hastighed-den, giver den virkelige Pression i C af det i Tyngden, hvilket ikke falder, og som derfor er $= \frac{AB.(a+b)^2}{Aaa+Bbb}$. Hvoraf videre følger.

1) At dersom $Aa = Bb$, hvilket treffer ind i begge Tyngdernes Ligevegt. Da, fordi $b = \frac{Aa}{B}$, forandres den forrige Værdie af Pressionen, nemlig $\frac{AB.(a+b)^2}{Aaa+Bbb}$, til denne anden $\frac{B^2+2AB+A^2}{B+A} = A + B$, fuldkommen som før §. 42. 3.

2) Er $a = b$, da bliver Pressionen $= \frac{4AB}{A+B}$.

§. 68.

Nogle af de simpleste Maader vises, paa hvilke Vegtstangen i Brugen kan anvendes, naar Hvile-Punktet er ubevægeligt.

Man bruger ofte Vegtstangen simpel hen uden al videre Kunst med stor Nytte, som (Taf. III. Fig. 4.) til at velte tunge Ting af deres Leie, og siden hvorhen man vil: Eller som (Taf. III. Fig. 5.) at rykke Ting ud af andre, hvori de sidde fast, som i denne Figur sees paa to Maader i C og i E.

Beregningen af Krafts og Lastes Forhold er i alle deslige Tilfælde, som man seer, overmaade let, thi Fig. 4. som BD : AD, saa Lasten A til Kraften i B. Og Fig. 5. som DB : CD, eller ED, saa Lasten i C eller E til Kraften udi B.

§. 69.

Ligeledes og, naar Hvile-Punktet er bevægeligt.

Den simple Vegtstang gior og en fortreflig Nytte i at løfte, ei alene naar den er bevægelig om et fast Hvile-Punkt, men endog naar Hvile-Punktet er bevægeligt. I denne Henseende fortiener den Machine (Taf. III. Fig. 6. No. 1.) Anmerkning, siden den kan i Land-Væsenet have overmaade stor Nytte, og er intet mindre end bekostelig, eller vanskelig at forferdige.

ABCD er en Ramme af to Bredder, hvert Bret saa omtrent af Fods Bredde, tre Alens Høide, og to Tommers Tykkelse. Bredderne ere begge saaledes, som i Figuren vises, igiennemborede med Huller lige over for hverandre, saa man i dem kan stikke de to Bolte K ind, der henge sammen i en Kiede. Over dem ligger Vegtstangen GQ vexels-viis, hvoraf det Stykke GK er af Træ,

men i Træet er indlagt fra K til Q det Stykke Jern (Fig. 4. No. 2.) *shf*, hvoraf *fh* gaaer ind i Træet; det Stykke *hs* derimod haver i *a* og *b* to Fordybninger, ved hvilke Bolterne K falde ind i Vegtstangen, og blive en efter den anden dens Hvile-Punkter. Krogen, til at løfte Byrden L op med, anlegges udi *r* eller *s*, men med størst Fordeel for Kraften i G udi *r*, om den ei skal løfte høit.

Maaden, hvorpaa (Taf. III. Fig. 4. No. 1. og 2.) den Last L hæves, sees nu let. Man legger først Vegtstangen an i *a* over den Bolt K, og løfter Lasten i Høiden, ved at trykke Stangen ned i G, da Enden Q derved stiger saa høit op, at den anden Bolt kan sættes i det næst høiere Hul, da Vegtstangen siden falder ind paa den som Hvile-Punkt, og Byrden L kommer saaledes lige saa høit, som Bolterne. Saaledes om den ene Bolt først stod i *n*, sættes den anden strax efter i *p*, o. s. v.

§. 70.

Da Lasten er til Kraften, naar GQ er horizontal, som Vegtstangs-Armene forkeert, saa er der ingen Vanskelighed i at beregne Kraften.

Delenes Styrke angaaende, da er det klart, at enhver Boldt maa være saa stærk som Lasten og Kraften tilhaabe; Styrken i hvert af Bretterne maa igien være det halve af Boltens, fordi de bære lige. Styrken af et hvert Punkt i Stangen findes let af den Kraft, som i samme Punkt kan holde Ligevegt med Lasten, hvilket overhovedet

er

er at agte i alle Machiner, at Delenes Styrke maa sluttes af de Kræfter, som der kunne holde Ligevegt med den givne Modstand, skiont man i Brugen gior Delene altid, som let sees, noget stærkere, og det altid meer eller mindre, eftersom man for længere eller kortere Tid vil giore Brug af Machinen.

§. 71.

Man seer Taf. III. Fig. 7. en anden Maade at løfte paa, ved Hielp af den simple Vegtstang. AB er en vertikal Stolpe, fæstet i Jorden. Ved Hielp af en Kiede og Jern-Ringe i E henger over samme en rundt om bevægelig Stang DC, hvis Hvile-Punkt er i E; i F og G ere to Tridser og en Snor, ved hvis Hielp Kraften i H trekker Vegtstangen ned efter, i hvis anden Ende C henge Strikker med Kroge I og K, i hvilke Lasten hefter, da man let seer, at denne maa stige i Høiden, alt som Enden D synker.

Da her ikke er, uden en los Tridse i F, saa sees let, at den halve Deel af Lasten er den Kraft, som trykker udi D. §. 23.

Ligeledes sees, at da den hele Vegtstang er bevægelig omkring E, saa kan man ved Hielp af denne Vegtstang tage Byrden, der skal løftes paa et Sted, og legge den af paa et andet, hvorhen Stangen kan naae, saa den er at ansee som den simpleste Kran, da man under dette Navn forstaaer de Løfte-Machiner, ved hvilke tillige Byrder kunde løftes og flyttes fra Sted til Sted, som i den Tilfælde, da man losser Vahre ud.

Men

Men man kan tillige agte, at Kraftens Vegtstang de fleste Tider saaledes ei kan faae stor Forhold imod Lastens, saa Kraften her altid maa være en anseelig Deel af Lasten.

§. 72.

Afhandling om Vegterne.

Vi ville ei opholde os med flere deslige Maader at anvende den simple Vegtstang paa, for kortelig at tale om et Slags Vegtstænger, som alle Øieblik behoves i det borgerlige, jeg mener Vegt og Maal. Vore sædvanlige Vegter ere enten med lige eller ulige Arme; begge Slags ere intet andet, end simple Vegtstænger. Vi ville først handle om den saa kaldte Kræmmer-Vegt, eller Vegten med lige Arme, hvilken mange statiske Skribentere anse som den første og simpleste af alle Machiner, hvorimod de ikke forstaae ved Vegtstænger uden Stænger med ulige Arme. Vi bekymre os her ikke videre om denne Inddeelning.

Denne Machine er, i Henseende til dens grovere Dele og Hoved-Bygning, saa bekiendt, saa man haver alene nødig at kaste et Øie paa Figuren (Taf. III. Fig. 8.), for at kiende den igien. AB er Vegt-Bielken, ved *d* Axlen, som og er Centret, for saa vidt, som Vegten omkring den kan bevæge sig, som om sit Bevægelses Center. Hen efter *d* ligger indvendig Tungen, hvis Udslag viser, om Vegt-Bielken staaer horizontal eller ikke. Ved *a* og *b* ere de Huller, i hvilke Vegtskaalene E og F henges over Axl.n.

§. 73.

§. 73.

Saa let som man faaer den første Idée af denne Machine, saa meget er at agte i Henseende til Indretningen af dens Dele. Vel er det i alt Maal angelegen, at hverken den Sælgende eller Kiøbende lider Skade, men en rigtig og subtil-visende Vegt er i sær vigtig, naar man haver med kostbare Ting at giøre i Udmaalning, eller hvor noie Erfaringer i de mindste Dele af Lod og Vegt skulle giøres. Saaledes maa Guld-Vegter, Probeer-Vegter og Vegter, hvorved de mindste Forskiel i Tyngdernes Virkninger undersoges, være overmaade bevægelige og rigtige. Det er i disse Tilfælde i sær, at en Vegt er et virkeligt Kunststykke. Vi ville i det nærværende see paa at forstaae, hvorpaa i Almindelighed i Vegternes Indretning alt kommer an.

§. 74.

Da Hoved-Sagen i de sædvanlige Vegter er, at Udmaalningen skeer uden Bedrag eller Skade, og at de derfor ere saa indrettede, at deres Rigtighed eller Urigtighed let kan undersoges, saa bør de af denne Aarsag være af lige lange Arme, siden, saasnart som det er, Vahrerne i den ene Vegtskaal, om ellers Vegten staaer horizontal, bestandig ere af samme Tyngde med Loddene, hvorved veies af i den anden. Desuden bør Armene under sig være lige tunge, som man kan prove, naar Skaalerne tages af, følgelig og Vegtskaalerne selv ligeledes under sig lige tunge. Er vel Vegtskaalens Arme paa begge Sider af Centret med de paa-

hengte Vegtskaaler lige tunge, men ei naar disse loses af, kan den ene Arm være længere end den anden, og den lettere Vegtskaal skiule Feilen, saa man og kan sætte Prove paa en Vegt, ved at bytte Vegtskaalene om.

Er da en af Armene længere end den anden, sees let at om Vahrene veies af paa denne Arm, taber Kioberen; veies de af paa den anden, tager den Selgende Skade.

§. 75.

Det almindeligste og letteste Raad for strax at see, om man faaer rigtig Maal eller ikke, bestaaer i at bytte Vahrene og Loddene om paa Vegtskaalerne, thi staaer Vegten ei horizontal og Tungen inde, efter at denne Omvexling er bleven giort, er Vegten, som man strax seer, falsk, thi paa lige store og ligedanne Vegtstangs-Arme kunde lige Tyngder ei andet end staae udi Ligevegt sammen.

Imidlertid, dersom man skulde see sig nød til at veie af med en Vegt af ulige Arme, da kan man dog desuagtet let finde Storrelsen af det Afveiede, thi ere (Taf. III. Fig. 8.) Armene ad og dB ulige (vi anse her adb, som en ret Linie, og Vahrenes søgte Værdie $= v$, Loddet, som i den Vegtskaal E holder dem Ligevegt $= L$, Loddet, som i F holder dem Ligevegt $= l$, $ad = a$, $db = b$, da er $L : v = b : a$. og $l : v = a : b$, følgelig og $Ll : v^2 = ab : ab$ eller $Ll = vv$ og $v = \sqrt{Ll}$, hvoraf flyder,

At man behøver alene, at søge Storrelsen v ved Afveining af de Lod, som paa begge Vegtskaalerne holde et efter

det

det andet Ligevegt med de afveiede Vahre, den midtlere proportionelle imellem begge disse Lod er Vahrenes virkelige Tyngde.

§. 76.

* I Henseende til Vegternes virkelige Forfærdigelse og det man maa see paa, i at dømme om dem, maa, foruden det foregaaende, adskilligt agtes, til hvilket at forstaae, vi ville sætte nogle Anmerkninger forud.

1) At den vertikale Linie, som gaaer igiennem Vegtens Center *d*, kaldes Hvile-Linien.

2) At dersom, (Taf. III. Fig. 11.) i det to lige store Tyngder L og P, tilligemed Vegt-Bielken ED rulle omkring Centret *c*. Den ene af Tyngderne, f. Ex. L eller *l*, kommer Hvile-Linien nærmere, imidlertid at den anden kommer længere fra den, da bliver den første af mindre Vegt, den sidste af større, siden deres Kræfter forholde sig som Distancerne *bc* og *ct* fra Hvile-Punktet eller Bevægelsens Center forkeert tagne. Derfor da efter vores antagne, den ene af disse Distancer idelig formindskes, imidlertid at den anden idelig vorer, og Tyngderne blive bestandig de samme, saa maa nødvendig Ligevegten være hævet.

§. 77.

* Deraf følger, at det bliver en Hoved-Post i en hver Vegts Indretning, hvorledes de tre Punkter *a*, *d*, *b*, (Taf. III. Fig. 8.) staae imod hverandre, hvilket giver tre Hoved-Tilfælde. 1) Om de ligge over en Linie *adb*. 2) Om *d* ligger høiere end *a* og *b*,

hvilke altid bør ligge paa den samme Maade i Henseende til *d*. Og 3) om *d* ligger dybere end de to andre Punkter *a* og *b*. I de to sidste Tilfælde seer man let, at Vegtstangen *ad*B bliver en krum og ei en ret Linie.

§. 78.

* Hvad den første Tilfælde angaaer (Taf. III. Fig. 9.), naar nemlig de tre Punkter, som her ere L, C, P, ligge i en Linie, da er det klart, at i hvorledes end Vegtstangen LCP ruller om sit Center med de samme Tyngder, for at ligge udi den Stilning *l*C*p*, da maa den i alle muelige Stilninger hvile, om den ellers var i Hvile i den horizontale. Thi *l*C*m* og C*pn* ere bestandig ligedanne Triangler om det samme Punkt C, følgelig *l*C : C*p* = *m*C : C*n*, da derfor *l*C : C*p* under alle adskillige Stilninger er en bestandig Forhold, maa *m*C : C*n* ligeledes være det. Saa derfor Momenta af Tyngderne blive altid de samme.

§. 79.

* Saafremt derimod (Taf. III. Fig. 10.) Bevægelsens Center eller Hvile-Punktet *c* ligger lavere end Punkterne E og F (hvilke her ere de samme, som *a* og *b* udi Fig. 8.), da er det klart, at om Vegten bevæges, beskriver *c*A fra det Center *c* den Cirkel-Bue A*a*, hvortil E*a*F bliver bestandig Røre-Linien eller Tangent. Følgelig falder et Stykke af Armen *a*E under Omveltningen bestandig under EF, følgelig kommer det Punkt P og Direktions-Linien PE idelig nærmere A*c*, imidlertid at det Punkt *p* idelig gaaer længere ud fra den, altsaa følger §. 76. No. 2.

At

At saa tidt som Bevægelsens Center ligger lavere, end Punkterne E og F, over hvilke Last og Kraft trekke Vegtstangen, da kunde de Kræfter, som staae i Ligevegt i den horizontale Stilning, i ingen anden komme igien udi Ligevegt, før den hele Vegtstang EAF haver kastet sig om, saa at *c*, som før stod lavere, end Punkterne E og *d* i denne omvendte Stilning, som i Fig. 11, nu staae høiere.

§. 80.

* Dersom derimod Bevægelsens Center *c* falder, som i Fig. 11, oven over den horizontale Linie EAD, som sammenfeier de Punkter E og D, i hvilke Last og Kraft trekke. Da om Bevægelsen skeer af Vegtstangen om *c*, maa *c*A under Bevægelsen beskrive den Bue A*a*, saa følgelig det Punkt *e* eller E kommer nærmere ind til Hvile-Linien *c*A, imidlertid at det Punkt *d* eller D falder idelig længere ud fra den. Følgelig falder og Direktions-Linien *bel* nærmere Hvile-Linien, imod at den anden *dp* falder længere ud fra denne Linie. Momentet *l.cb* bliver derfor bestandig mindre i *l* eller L, og Momentet *p.tc* voxer bestandig i *p* eller P. Følgelig kan ingen Ligevegt være, uden i den horizontale Stilning imellem lige Tyngder, saa man seer.

At saa tidt som Bevægelsens Center falder høiere oppe end de Punkter E og D, i hvilke Last og Kraft trekke paa Vegtstangen, da om denne sidste ved en Vinkel-Bevægelse sættes ud af denne Stilning i en anden, falder den strax af sig selv ned igien udi den horizontale Stilning.

§. 81.

* Kaster man i denne sidste Tilfælde Øinene paa Taf. III. Fig. 12, da seer man let, hvad Forskiel der er under samme Vin-

kel-Bevægelse imellem den Tilstand, naar *ca* er kortere, og den anden, naar *c*A er længere. Bevæges den samme Vegtstang med de samme Tyngder under samme Vinkel, saa at B*a*D falder som *bad*, og LAK som *l*A′K, da bliver Momentet L. *cg* i den første Tilfælde ulige større end Momentet af L. *ch* i lige Vinkel-Stilning Derimod voxer Momentet af K i *p* i den sidste Tilfælde ulige stærkere, end det af D i o i den første. Hvoraf forstaaes,

At saa tidt som Hvile-Punktet falder høiere end de Punkter, over hvilke Last og Kraft trekke paa Vegtstangen, da behøves, i hvad for en af disse sidste Punkter det skal være, en ulige større Kraft til at sætte Vegtstangen i en vis given Vinkel-Bevægelse, naar *c*A er lang, end naar den er kort.

§. 82.

Dette forudsat, forstaaes let, at dersom, som i Fig. 9, de tre Punkter, L, C, P, laae fuldkommen i den samme horizontale Linie, da stod ei alene over lige lange Arme lige store Tyngder, men endog over ulige store Vegtstangs-Arme ulige store i alle Stilninger udi Ligevegt, om de engang havde været i denne Tilstand i horizontal Stilning. Følgelig kan man ingen Fordeel trekke af denne Ligevegt, hvori Tyngderne staae overalt, imod at man ei kan i dette Tilfælde af Tungens ulige Udslag skienne, om man haver endnu meget eller lidet at legge paa, for at komme til Ligevegt. Desuden da om paa en Arm Vegten er tungest, denne slaaer strax ned med et, for at henge i Ligevegt i Horizontalen, og ei lidt efter lidt, saa er dette Slags Vegtstænger aldeles uskikkede til at give gode Vegter i Brugen.

§. 83.

§. 83.

* I den Tilfælde af Fig. 10, da Centret ligger neden under, møder den Uleilighed, at Vegten kaster sig om. Dette Slags Vegtstænger, hvor Bevægelsens Center ligger lavere end de Punkter paa Bielken af Vegten, over hvilke Last og Kraft trekke, ere derfor ligesaa ubeqvemme til at give i Brugen en beqvem Vegt, som de forrige.

§. 84.

* Dette er Aarsagen, hvorfor man i Vegterne (Taf. III. Fig. 8.) legger Centret af Vegten *d* lidet høiere end Punkterne *a* og *b*. Thi man seer af Fig. 11, at i dette Tilfælde søger Vegten altid af sig selv Horizontalen, naar den er belæsset i lige Distancer fra Centret med lige Tyngder. Ere derimod Tyngderne i begge Vegtskaalerne ulige, gaaer Vegten lidt efter lidt, alt efter som Tyngderne nærme sig meer til Lighed, ned imod Horizontal-Linien, og bliver endelig i den Tilfælde af lige store Tyngder alene staaende i den, saa Tungen staaer inde, fordi denne altid bør staae perpendikulær paa Vegt-Bielken AB, for at, naar denne sidste er horizontal, den første da bliver vertikal. Man forstaaer deraf ydermere den Nødvendighed, der er i, at have en Tunge paa disse Vegter, som kan neie vise deres horizontale Stilning; saa og, hvorfor den bør staae perpendikulær paa Bielken, og naar Stilningen er horizontal, have sin Midt-Linie, (den nemlig, som gaaer igiennem dens Længde) lige over det Punkt, der kan ansees som Vegtstangs-Bielkens Bevægelses Center i vertikal Stilning inde i Grebet. Thi i alle skieve Stilninger af dette Slags Vegter kan en mindre Tyngde holde Ligevegt med

en

en større, som let sees af Fig. 11. Thi da Tyngden idelig gaaer nærmere ind til Bevægelsens Center, og P derimod altid længere fra det, derfor, naar under denne Stilning Ligevegt skal have Sted, bliver $l:p = ct:cb$, følgelig er det ikke uden i den horizontale Stilning, at lige Tyngder holde over dette Slags Vegter Ligevegt. Følgelig heller ikke uden i den, at man kan hytte sig for Bedrag, thi paa begge Sider i skiev Stilning holde ulige Tyngder Ligevegt, om man end forbytter Loddene paa Armene, saa man ei derved kan saa let komme efter Bedrageriet i disse Vegter, som i de med ulige Arme. §. 75. Derfor bliver Tungen nødvendig; derfor og lige saa nødvendigt, at Grebet, Tungen henger i, staaer i den horizontale Stilning perpendikulær paa Vegt-Bielken. Ligeledes og, at Tungen ei støder an paa Siderne af Grebet, i hvilken sidste Henseende de platte og tynde Tunger agtes høiere, end de runde og tykkere.

§. 85.

* Videre sees, at i Følge §. 81, bliver dette Slags Vegter saa meget vanskeligere at bringe ud af deres horizontale Stand, som Fig. 8 Punktet *d* er høiere oppe til over Punkterne *a* og *b*. De Vegter duer derfor aldeles ikke, i hvilke *d* staaer langt fra Linien *ab*, siden man ved at forstærke Kraften anseelig, endnu neppe kan kiende, at Lasten er bleven bragt ud af sin Hvile.

§. 86.

Da en god Vegt bør, det mindste den ene Vegtskaal er meer belæsset end den anden, give Udslag med Tungen; saa udfordres, at jo meer man vil, at dette Udslag skal blive

blive kiendelig, desto mindre maa Forskiellen være imellem Høiderne af *d* over Linien *ab*.

Desuden maa og Tungen selv giores meget lang, naar man vil giore Udslaget kiendeligt.

§. 87.

Saa nødvendigt som det er i de Vegter, der skulle vise meget smaa Forskiel imellem Tyngderne, at Tungen er lang, saa meget forvirrer Tungens Overslag Ligevegten, ved det den altid gior den Side af Vegten tungere, som den slaaer over til. Man raader Boed paa denne Urigtighed ved at giore den Deel af Bielken under Tungen noget tungere end Resten af samme, saa at dennes Tyngde ved at slaae over paa den anden Side tvertimod Tungen, kan holde denne sidste Ligevegt; skiønt den og desuden maa i sig være forere i Metal, end Resten, fordi i den er Hvile-Punktet. Man maa derfor, saa tidt som Vegterne skulde ved den mindste Forskiel i Ligevegt give et kiendeligt Udslag, meget vel passe, at Tyngden af det for Tungens Skyld tillagte Jern neden i Vegt-Bielken ikke er af større Vegt, end just hvad der behøves til at giore Modvegt imod Tungen; thi ellers bliver Vegten vanskelig at bevæge, og Tungen slaaer ikke uden lidet ud, naar endog anseelige Tyngder legges paa den Vegtskaal, som Tungen helder over til. Den Cirkel-Bue derfor, som Tyngdens Center i den tykke Deel af Axlen under *d* kan beskrive, maa ei være stor. §. 13. Det er, Tyngdens Center af samme maa falde nær op imod *d*.

Det er ellers af disse Aarsager, at man sædvanlig henger under Midten af Vegten en liden Modvegt Q imod Tungen, og naar samme er vel afpasset (*), giver en lang og let Tunge en ulige bedre og bevægeligere Vegt, end en kort og tung.

§. 88.

Man forstaaer ellers let, at en Vegt bliver meget bevægeligere, og følgelig giver lettere Forskiellen imellem de paahengte Tyngder tilkiende, naar Tyngdens Center af Axlen er nær Henge-Punktet, end naar det er længere borte fra samme, thi Vegten forestiller i den første Tilfælde et kortere, i det sidste et længere simpelt Pendul. Følgelig er den og i det første ulige bevægeligere, og følgelig ulige bedre end i det sidste.

§. 89.

Endelig hielper det overmaade til at giøre en Vegt let bevægelig, naar Axlen af Vegten bevæger sig om en skarp Spitse, og om Vegtskaalene i ligedanne Spitser, saadanne nemlig, som den underste skarpe Kant er af Keilen, ligeledes bevæge sig, er det saa meget desto bedre, siden Delenes Rivning over hverandre, og indbyrdes Modstand imod Bevægelsen da ikke meer er til Hinder. Ikke at tale om, at det er en Hoved-Feil i en Vegt, om Skaalerne snart kunde ligge

(*) Man kan her videre læse *Leupold Theatr. Statik* og *Leutman de bilancibus Acta Petropol. T. 2.*

ligge an over et Punkt, snart over et andet; eller om de ikke ere anlagte over samme horizontale Linie, og i lige Afstand fra Bevægelsens Center udi Vegten. I Henseende dette sidste kan endnu agtes, at den skarpe Kant, hvorpaa Vegten i det hviler, ikke maa være saa skarp, at den skier ind i Metallen, siden Vegten derved forderves, og ligger ikke idelig an over det samme Bevægelses Center. Hvilket sidste altid er en høist-betydelig Sag.

§. 90.

Efter Vegten med lige Arme, ville vi tage Bismerne i Betragtning. Man haver ved dem den Mageligbed, ved Hielp af et og det samme Lod, at kunde veie en Mængde adskillige Tyngder af, da man derimod i Vegter med lige Arme altid maa til hver nye Afveining, efter det Afveiedes Storrelse, legge andre og andre Lod paa. Denne Bequemhed i at veie, saavelsom den Fordeel, at Bismerne i Tidens Længde bedre holde ud, end en anden Vegt, gior, at man i almindelig Brug, i sær, hvor det ei kommer an paa en overmaade noie Afveining, meer betiener sig af disse Instrumenter, end af de allerede forklarede Vegter. Derimod kan, da Armene ere ulige, ulige lettere Bedrag skee ved Bismerne, end ved en Vegt med ulige Arme, siden man altid veed, hvad Armenes Længde er i disse sidste, og kan let prove om de duer, da det derimod er ofte meget vanskeligt at undersøge, om Inddeelningen er ret giort i Bismerne, og de, om Loddet, hvorved veies af, ei kan skilles

Afhandling om Bismerne.

fra den lange Arm, ei saa let kunde sættes paa Prove, som en Vegt af forrige Slags.

§. 91.

Bismerne giores enten uden Tunge, eller (Taf. IV. Fig. 1 og 2.) med Tunge i E, de sidste ere de beste, og nærme sig mest til den noie Afmaalning i Vegterne. I begge forekomme to Arme, en kort IF, en lang QF. F er Bevægelsens Center. G er Punktet, hvorpaa Vahrene henges ved Hielp af en Vegtskaal, eller en Krog udi N. Den lange Arm QF giores meget smallere, end den korte IF, deels for at giore, at Tyngden af Armene og Loddet i et vis Punkt hengt, enten ganske eller noget nesten kunne staae i Ligevegt med hverandre, deels og at det Punkt M, hvorpaa Loddet henges, kan nærme sig nogenlunde til at falde i Linie med det Punkt G. jo meer jo bedre. Den tykke Deel giores stærkere eller svagere, i sær, hvor Hvile-Punktet F falder, eftersom den storste Tyngde, der skal afveies, antages storre eller mindre til.

§. 92.

Det forhen sagte om Indretningen af en Vegt med lige Arme haver her ligeledes til storste Deel Sted. Man seer nemlig, at Bevægelsens Center F maa ligge lidet høiere end Punkterne G og M, om ellers Bismeren ei skal paa forsagte Maade om Vegterne, enten i alle Stilninger hvile, eller og slaae ved Overvegten hastig og med Magt ned.

Desuden

Desuden maa agtes, at denne Forskiel i Forhøiningen af disse Punkter maa ikke være uden meget liden i alle de Bismere, paa hvilke fine Vahre skulle afveies, siden Vinkel-Bevægelsen ellers altid efter det før sagte bliver vanskeligere, saa man let kan bedrage sig i at domme om Ligevegten og Overvegten. Videre da, som man let seer af det forhen sagte om Vegterne, denne Vanskelighed bliver immer større, jo længere Tyngdens Center falder fra Bevægelsens Center, siden dette Centers større Bevægelse altid udfordrer flere Kræfter paa den anden Side, end dets mindre Bevægelse, saa maa man i de Bismere, hvorpaa, indtil meget smaa Dele af Vahre, indtil Lod for Exempel, eller endnu mindre, skulle afveies, vel see paa, at Tyngdens Center af den hele Bismer falder ganske nær inde ved Bevægelsens Center. §. 87.

§. 93.

Disse almindelige Anmerkninger forudsatte, ville vi see paa, hvorledes Bismerne kunde inddeles. Vi ville til den Ende antage, at Stangen IQ er allerede giort og Loddet L givet. Naar det er, forekomme to Hoved-Tilfælde af nogen Vanskelighed. Den ene, naar den korte Arm er tungere end den lange; den anden, naar den lange er af større Tyngde end den korte.

I det første Tilfælde søges paa den lange Arm QAF et Punkt A, over hvilket naar Tyngden L henges, som man veier af med eller Loddet, begge Armene da staae udi

Ligevegt med hverandre. Fra det Punkt A af tages Distancerne GF = A1. = 1. 2. = 2. 3 = 3. 4 o. s. v.; saa maa i det Punkt I, Loddet veie af i G en Tyngde saa stor, som det selv er; i 2 en dobbelt imod det selv, i 3 en tredobbelt o. s. v. Thi kaldes FA a, og i B, som Tyngdens Center, ansees hele Tyngden af Bismeren P at være ophengt, men samme Distance fra F = b, Loddets Vegt = L, da er L. a = P. b. Henger nu L i et andet Punkt fra A i den Distance d, og Vahrenes uforanderlige Distance fra F = c, men Vahrene, som staae i Ligevegt i N, eller G med Loddet, kaldes V. Da bliver Vc + Pb = L. (a + d), men La = Pb, folgelig er Vc = Ld, er c = 1 efter vores antagne, bliver V = Ld, altsaa i en dobbelt Distance fra A = 2L, i en tredobbelt = 3L o. s. v., eftersom at d = 2 eller 3. o. s. v.

§. 94.

Er den lange Arm tungere end den korte, da søges ligeledes (Taf. IV. Fig. 2.) paa den korte Arm i K et Punkt, udi hvilket, naar Loddet L henges, begge Arme staae udi Ligevegt. Siden tages fra K af, GF = K1 = 1. 2. = 2. 3. o. s. v. Da Loddet siden i et hvert af disse Punkter staaer i Ligevegt med lige saa mangefold dets Tyngde hengt i G, som Inddeelnings-Tallet holder Uniteter eller en i sig til, hvilket man let seer paa samme Maade, som det nest forrige. Eller om man vil søge Loddets Distance og kalde den x, da bliver V. GF = L. KF + Lx, og V : L = (KF + x) : GF,

GF, er da V : L = 1, bliver GF — KF = x. Er V : L = 2, bliver 2GF — KF = x. o. s. v.

§. 95.

Hvad den Tilfælde angaaer, naar Tyngdens Center falder just i det Punkt F, om man saaledes vilde indrette Bismerne, uagtet de forhen giorte Anmerkninger, da er det klart, at siden begge Armene nu staae i Ligevegt med hverandre, man simpel hen behover at tage GF = F1 = 1. 2 = 2. 3. o. s. v., for at Loddet kan veie af saa mange gange sig selv, som Tallet af Inddeelningen indeholder Uniteter til.

§. 96.

Vil man have mindre Inddeelninger, faaer man dem, som let sees, ved at dele Mellemrummene A1. 1. 2. i lige Dele. Hvorfor og, saa tidt som man vil have mindre Inddeelninger paa Bismeren end det Lod, man veier af med, er det altid fordeelagtigt at giøre den længere Arm tungere end den kortere.

§. 97.

Man indretter sædvanlig Bismerne saaledes, at paa den ene Side kan veies større Tyngder af end paa den anden, og gior til den Ende en dobbelt Inddeelning, en paa hver Side. For at kunde giøre denne dobbelte Afveining, som Taf. IV. Fig. 3., giøres ei alene, som for i C, men og

i O et Haandgreb, eller en Indretning til at henge Bismeren op, saa den nu faaer et nyt Bevægelses Center O, hvilket staaer i større Distance fra det Punkt G, hvori Vahrene henges op til Afveining. I Henseende til dette nye Center gjøres da alle Inddeelninger paa den anden Side fuldkommen som før.

§. 98.

* Saasnart anseelige Tyngder skulle veies af, og ikke smaa tillige, kan man anse Forskiellen i Armenes Overvegt som til stor Deel ubetydelig, og altid tage (Fig. 1. og 2.) $FG = F1 = 1.2.$ o. s. v. I denne Tilfælde kan man strax, naar den største Tyngde er given, som skal veies af ved en Bismer, og dens Distance fra Bevægelsens Center GF, tilligemed Loddet L, finde den anden Arms Længde QF. Thi alt benævnet som før, bliver $LQ.F = V.GF$ og $FQ = \frac{V.GF}{L}$.

Er denne Længde funden, da, om man vil tillige see paa Forskiellen af Overvegten i Armene, maa til den forrige Længde endnu legges eller fra den tages den Linie AF, Fig. 1, eller KF, Fig. 2, eftersom enten den korte Arm eller den længere er tungere til. Denne Linie findes altid let, naar Tyngdens Center i den hele Bismer er given og dens Distance fra F, thi da bliver $Pa = Lx$ og $x = \frac{Pa}{L}$, x er det Punkts A Afstand fra F. Er Bismeren ei allerede giort, men skal gjøres, maa Tyngdens Center saa omtrent sluttes af en forud giort Model, hvorefter Arbeidet indrettes.

§. 99.

§. 99.

* Paa det Bismerne ei skulle blive for lange og dog tillige let bevægelige, maa Distancen GF tages saa kort som mueligt, og Loddet L efter Omstændighederne stort. Haver man giort Udregningen for Armens Længde til et Lod, da er det let, at giøre samme for et andet Lod af given Størrelse, om man, i Følge det første, fandt Armen for kort eller for lang. Thi da denne Længde er $\frac{V.GF}{L}$, da om V og GF blive de samme, men L foranderlig, seer man, at de forholde sig i forkeert Forhold af de Lod, hvormed veies af, saa man derved let bringer den søgte Arm og Loddet, som skal bruges, til deres beqvemmeste Forhold.

§. 100.

* Man seer ligeledes let, hvorledes man kan, naar den største Tyngde er given, som skal afveies, tilligemed dens Distance fra Bevægelsens Center og Armens Længde, finde Loddet, saavelsom og hvorledes af det givne Lod og Armenes Længde, saavelsom af det Punkts Distance fra F, hvori, naar Loddet henges, Armene staaer i Ligevegt, den største Tyngde kan findes, som paa Bismeren kan veies af.

§. 101.

* I de meget store Bismer-Vegter, hvor man ei seer saa neie paa Armenes Overvegt, kan man, om denne sidste ei er meget betydelig, bruge snart større, snart mindre Lod som foranderlige Uniteter til samme Inddeelning. Vil man tillige see paa denne Overvegt, kan

man giøre flere Indelinger paa Siderne, efterſom Loddene ere adſkillige til. Man kan ligeledes giøre Laſtens Sted foranderlig, ſaa den kommer ſnart nærmere Bevægelſens Center, ſnart længere fra ſamme. Man kan ſaaledes forandre Bismernes Indretning paa en Mængde Maader, efter den Anviisning, ſom er bleven givet i den forrige Grundlegning.

Saaledes kan man i meget ſtore Vegter (Taf. IV. Fig. 3.) giøre to Henge-Punkter for de Vahre, ſom ſkulle veies af, et i G, et andet udi o, og giøre Inddeelninger efter det ſamme Lod L, paa hver ſin Side af Bismeren, paa den ene for det Punkt G, paa den anden for det Punkt o. Videre for at forekomme, at den lange Arm QF ei ſkal blive for lang, da, naar man haver beſtemt efter en Rad af Afdeelninger *a*Q, hvad ved det Lod L i det høieſte kan veies af, da kan man i Q henge et Lod D, ſom giver der denne Vegt, og igien begynde med det Lod L for fra, for hen efter Længden af Bismeren *a*Q endnu fremdeles at giøre nye Afdeelninger for ſtørre Tyngder, ſom ſkulle veies af i G eller o, og ſaaledes i de ſtore Bismere faae alle Fordele ſamlede.

Vil man i alle diſſe Tilfælde ikke giøre ſig den Uleilighed med Udregningerne, kan man, ſaa tidt ſom man dertil haver nøie og fuldkommen vel afpaſſede Lod, ved ſimple Forſøg giøre Inddeelningerne paa Bismer-Vegterne, ved at henge Loddet paa den lange Arm, og ſiden i G eller o andre Lod, ſom ere i Vahrenes Sted, der ſkulle afveies; videre ved hvert af dem tegne det Inddeelnings-Punkt, over hvilket Loddet holder Ligevegt og tegne Tallet hos af de Punds Mængde, det Lod holder, ſom er lagt paa i G eller o.

§. 102.

§. 102.

En Art af Lomme-Bismere beskrives.

Et Slags Bismere, som kan bæres i Lommen, sees Taf. III. Fig. 4. ABC er en Stang, som henger fast i et Bundstykke HC, og tillige med det kan bevæge sig op og ned. Omkring Stangen er fra S til G vundet en tynd elastisk Plade, hvilken, imidlertid at BC bevæger sig op efter, finder Modstand i det faste Bundstykke SE, saa den sammentrykkes. EH er et Fouteral, som indslutter alt, og i hvilket Bund-Stykket HC maa gaae villig uden Rivning imod Siderne. Henges i F adskillige Lod paa, et efter andet; da kunne paa BC ved Linierne 4, 6. o.s.v. vises, hvad Punds Tyngde der i F behoves indtil i den Grad at spende Elastret, saa ABC kan indtil Delings-Punktet 4 eller 6, o. s. v. trykkes ud af EH.

Man seer, at det i disse Slags Bismere er høist-vanskeligt at undersøge, om de ere rigtige; man gior det best ved at sammenligne dem med andre. Da Elastret i Tidens Længde kan tabe af sin Kraft, kunne de blive falske.

§. 103.

Robbervals Vegt forklares.

Vi have bevist i det forrige, at lige store Tyngder kunne i ulige store Distancer fra Bevægelsens Center ikke holde hverandre Ligevegt. Denne Sandhed synes at tilintetgiores ved en Art af Vegt, som man af sin Opfindere kalder Robbervals Vegt (Taf. III. Fig. 5.). Vegten i sig selv er saa artig, at den fortiener at være bekiendt. EFG er en Stok, som i G hviler. Til den er i E og F fæstet (vi ville her antage i Midten af Siderne AB og CD) det

Parallelogram ABCD, hvilket omkring E og F saaledes kan bevæges op og ned efter, at det fra at ligge i den Stilning ABDC, kan antage denne anden *abdc*, saa at derfor og i A, B, D og C Siderne af Parallelogrammet maa gjøres bevægelige i smaa Led (Charnierer), eller og omkring smaa koniske Tapper.

I Midten af Siderne AC og BD, i H nemlig og i K, sidde to Stænger, som efter horizontale Direktioner kunne skydes ud og ind. Man kan paa dem, hvor man vil, udi I og L henge Lod af lige Vegt P og *p*, da de altid staae i Ligevegt med hverandre; om end det ene er meget nær inde ved Midt-Linien MF af det hele Parallelogram ABDC, og det andet I derimod meget langt fra det.

§. 104.

Der behoves ikke megen Eftertanke til at forstaae, hvad der udfordres til at opløse denne Paradoxie, for at see, at de forhen anførte Regler for Bevægelsen ved disse Slags Forsøg saa langt fra ikke kuldkastes, at meget meer i Følge af dem alt bør her skee saaledes, som det skeer. Den korteste Vei til derom at overbevise sig er at efterspøge, hvad begge Tyngdernes P og *p* igiennemløbne Rum blive udi samme Tid, da man let seer, at om Bevægelsen skulde skee, gik den ud paa at forandre Parallelogrammet fra den Stilning ABDC, til denne anden *abdc*, men under denne Bevægelse stiger nødvendig den ene Tyngde efter Vertikalen lige saa høit, som den anden synker efter samme Linie.

Følge-

Følgelig blive deres Veie i samme Tid lige store, i hvor de end henge paa Linierne IH eller KL, saa at Tyngdernes Afstand fra M gior aldeles ikke noget til Sagen.

§. 105.

* Vi have ligeledes seet, at de Tyngder, som skulle holde hverandre Ligevegt over adskillige Vegtstangs-Arme, bør forholde sig som deres Distancer fra Bevægelsens Center forkeert tagne. Desuagtet haver man opfundet et Slags Vegter med lige Arme, formedelst hvilke at de i Ligevegt staaende Tyngder ere i direkt Forhold af deres Distancer fra Bevægelsens Center, eller i Forhold af Distancerne lige frem tagne.

Et andet Slags Vegter, hvori at Lasten forholder sig til Kraften, som Distancerne fra Hvile-Punktet lige frem tagne.

Man seer, hvorledes dette Slags Vegter er beskaffen (Taf. IV. Fig. 6.). AC*d* er en bøiet Vegtstang med lige Arme, saa at AC = C*d*; Hvile-Punktet er i Bøiningen C, Tyngden T udi A, og en anden Tyngde D udi D, som trykker paa den bøiede Arm CD. At denne sidste Tyngde ei skal glide ned efter Planet CE, sætter man et vertikal Bret imod efter BE, hvoraf følger, naar D og T staae i Ligevegt sammen i A og *d* over denne Vegt, at T : D = AC : FC.

§. 106.

* For at forstaae denne Slags Ligevegt, som synes at være de forhen beviste Grund-Regler af Statik saa meget imod, maa man agte, at Tyngden D ligger virkelig i *d* paa et skraaeliggende Bret, og trykker følgelig Vegtstangs-Armen CD i *d* paa samme Maade, som et saadant Bret bliver trykt af en paa det hvilende Tyngde, saa

det er derfor nødig at bestemme Størrelsen af den perpendikulære Trykning paa Brettet.

Til den Ende kan man paa den Maade, vi før have brugt §. 71. Mek. F. (Taf. IV. Fig. 7.), betragte et skraae Bret CE, og over det en Tyngde D, hvis vertikale Direktion og Tynde gf opløses i gh perpendikulær paa Brettet og gi, som driver efter Brettets Direktion. Det er Størrelsen af den første af disse Side-Kræfter, som vi først ville bestemme, og man forstaaer let, at da Linierne gf og CF ere parallele, og desuden ved i og F rette Vinkler, at da Trianglerne igf og CEF maa blive ligedanne Triangler, og gf (den hele Tyngde) : gh, (den Deel af samme, der trykker perpendikulær paa Planet) = CE : EF, eller som Planets Længde til Planets Grund-Linie; saa om Planets Længde = l, dets Høide = h, dets Grund-Linie = b er den Kraft af Tyngden D, som trykker perpendikulær paa Planet = $\frac{b}{l}$D.

§. 107.

* Ligeledes sees, at den Kraft gi i D, som driver ned efter Planet, og som af det vertikale Bret BE skal tilintetgjøres, bliver = $\frac{b}{l}$D, men da det vertikale Bret skal tilintetgjøre denne Kraft efter en Direktion, som er parallel med Grund-Linien EF (Taf. IV. Fig. 8.) maa det vertikale Bret BE (Fig. 6.) derfor (Fig. 8.) anvende en perpendikulær Trykning pg paa det skraae Plan, hvoraf følger; at da ig = $\frac{b}{l}$D, bliver pg = $\frac{b^2}{bl}$D, thi ig : pg, (eller ni) = EF : CF, følgelig $b : h = \frac{b}{l}D : \frac{b^2D}{bl}$, som er den perpendikulære Kraft

paa

paa det skraaeliggende Plan, hvilket kommer fra det vertikale Bret BE i Fig. 6 ved dets Igientrykning imod D.

§. 108.

* Da derfor (Taf. IV. Fig. 6.) den Trykning i d perpendikulær paa CD, som kommer af Tyngden D selv, er §. 106 $= \frac{b}{l}$D, og den, som kommer fra Brettet BE, ligeledes perpendikulær paa CD udi d er $\frac{b^2 D}{bl}$, §. 107, saa bliver den hele perpendikulære Trykning af Tyngden D, og af Brettet BE tillige udi d, perpendikulær nemlig paa Vegtstangs-Armen $CD = \frac{b}{l}D + \frac{b^2 D}{bl} = \frac{(b^2+b^2)D}{bl} = \frac{l^2 D}{bl} = \frac{lD}{b}$, og denne Pressions Moment er $\frac{lD}{b}.CD = \frac{CD^2}{CF}.D$.

Kaldes nu x den Tyngde i A, som perpendikulær paa Vegtstangs-Armen $CA = CD$ skal holde Ligevegt med den i d, da bliver $x.CD = \frac{CD^2}{CF}.D$ og $x.CF = CD.D$. Følgelig $D : x = CF : CD$, altsaa da $x = T$, bør efter denne Indretning, i Følge Ligevegtens Regler, Tyngderne D og T forholde sig som deres Distancer fra Bevægelsens Center C ligefrem tagne.

Saa man deraf seer, at disse Forsøg, som i første Øiekast synes at være stridige mod Reglerne for Kræfternes Ligevegt, saa langt fra ikke ere dem imod, at de meget mere ere ikke andet end simple Følger af disse uforanderlige Love i Naturen.

Fierde

Fierde Forelæsning.

Fortsættelse af de til Vegtstangen umiddelbar henhørende Machiner, og i den Anledning om Hiulene.

§. 109.

En Art af sammensatte Vegter forklares.

Vi saae i den sidste Forelæsning Beskaffenheden af de Slags Vegter, som ei vare uden simple Vegtstænger. Man kan og giore sammensatte Vegter, som bestaae af flere Vegtstænger, og med stor Nytte kunde bruges i Steden for Bismerne, i sær, naar den lange Arm skulde i disse sidste blive alt for vidtloftig, og man i store Tyngders Afveining ei havde Plads til at rumme en Vegt med saa lange Arme. Man seer en Vegt af dette Slags Taf. IV. Fig. 9. A og B ere tvende Kroge, i hvilke Vegten henger. CD er en fast Stang, aaben i K, at den anden Stang GK kan spille med Enden op og ned i Aabningen. Stangen BD henger fast med ED, som er bevægelig om to Cylindriske Tapper i D og E. FE sammenfoier Stængerne GK og ED, hvoraf GK er ligeledes bevægelig omkring N, men for Resten los; IH er Tungen, som staaer inden i Haandgrebet HI, naar Stangen GFK er horizontal.

Man

Man seer let, at ED er en Vegtstang af det andet Slags, §. 46. FK derimod en Vegtstang af første Slags. Man beregner let Machinen. Er Stedet i M, hvor det, som skal afveies, henges an paa Vegtstangen ED, da bliver den Kraft, som i E kan holde Ligevegt med Tyngden t udi $M = \frac{t. MD}{ED}$, følgelig var det det samme, som om den Deel af Tyngden $\frac{t. MD}{ED}$ laae an paa og trykte udi F. Staaer Loddet i det Punkt o i Ligevegt med Tyngden t, saa bliver $\frac{t. MD}{ED}.FN = L.ON$ og $L = \frac{t. MD. FN}{ED. ON}$ og $t = \frac{ED. ON.}{MD. FN} L$.

Er L = 1 Pund. FN : NL = 1 : 10. MD : ME = 1 : 10. Da bliver t = 100 Pund. Saa man i dette Tilfælde kunde med et Lod paa 1 Pund veie af 100 Pd.

§. 110.

Vindernes Fordeel frem for den simple Vegtstang.

Efter Vegterne ere de saa kaldte Vinder med af de simpleste Machiner, hvilke kunne ansees som simple Vegtstænger. Men saa simple som disse Verktoie ere, saa nyttige og virkelig umistelige ere de i det borgerlige Liv. Det, de fl ste Vinder have frem for Vegtstængerne, er i Særdeleshed, at da Vegtstangen, simpel hen brugt saaledes, som vi have forestillet den i det forrige, for Ex. Taf. I. Fig. 1, ikke giver en fortgaaende og vedvarende Bevægelse, saa man for hver Gang, den er med Enden kommen til sit nederste, enten ikke kan løfte meer, eller man maa tabe under Arbeidet den Tid, i hvilken Stangen synker, eller hvilket er

det samme i at arbeide paa denne Maade anvende dobbelt Tid, hvilket var unegteligt de fleste Tider dobbelt bekosteligt, saa haver man ved Vinderne søgt at hielpe paa alle disse Uleiligheder, som følge Vegtstangen, simpel hen lagt paa et Hvile-Punkt for at løfte.

Ellers seer man let, (Taf. IV. Fig. 12), at Vinderne, som AB, ere Vegtstænger, der ligge an paa to Hvile-Punkter A og B saaledes, at de to Kræfter udi C og K virke paa den Vegtstang CK, hvis Hvile-Punkt er i N, og at derfor Kraften i C er til den i K som KN : NC, og da derfor KN : NC = KM : LC, ere de og udi Ligevegt, naar Kraften i C forholder sig til den i K = MK : LC, uagtet at disse Arme ligge ei i en ret Linie, som i de simple Vegtstænger. Det samme maa agtes om Hiulene, for saa vidt, som de i det følgende ansees som Vegtstænger.

§. III.

Den første Art af Vinder.

Vinderne bør derfor betragtes som immerløbende Vegtstænger. De ere adskillige til, efterdi Stilningen af Kraftens Vegtstang imod Lasten giøres snart saa, snart anderledes. Man seer en Art af Horizontal-Vinde Taf. IV. Fig. 10, hvor Kraften sætter an paa to Stæder i C og i G, for at drive den hele Machine omkring Bevægelsens Centrerne ved E og F ved Hielp af de Vegtstænger FG og CE. Tyngden *t* henger over Vinde-Bommen eller Cylindren LM udi *t*, den hele Machine hviler paa Foden DHIM, og er saa let forstaae-

lig,

lig, i Henseende til Bevægelsens Maade, saa det var overflødigt, derom at vilde handle vidtloftigere.

I Henseende til Udregningerne af Kraft og Last, da er det klart, at saavel i denne, som i alle andre deslige Machiner, er Axlen af Cylindren den Linie, over hvilke alle Bevægelsens Centrer ligger, og fra hvilken derfor disse Punkter altid maa regnes. Lastens *t* Moment er derfor, om K*r* er Halv-Diametern af Bommen eller Cylindren, *t*. K*r*. Kraftens derimod, om den kaldes K, K.CE, saa *t*. K*r* = K.CE, og K : *t* = K*r* : CE, saa at derfor Lasten forholder sig til Kraften som Halv-Diametern CE til Bommens Halv-Diameter K*r*.

Og denne Regel kan i Henseende til alle Vinderne i Almindelighed iagttages, saa at vi derfor i det følgende ikke ville igientage den.

§. 112.

Hvad Stilning de Personer bør have, som bevæge Vinderne, og hvorfor disse ei kunne give Kraften stor Fordeel.

Man betiener sig af dette Slags Vinder i sær ved Biergverkerne, for at vinde, hvad man behøver, op og ned af Gruberne; men da de skulle drives med Haanden, saa maa for alt vel agtes, som og i alle andre deslige Tilfælde, at de faae den Stilning, i Henseende til Personerne, som skulle trekke og bevæge, at Punkterne C og G ei skulle for Bevægelsens Skyld trekkes høit op eller dybt ned, for at bevæge Machinen; siden Bevægelsen ellers bliver overmaade ujevn, og de bevægende Kræfter ei kunne holde ud. Af denne Aarsag sees let, at CE og FG ei kunne gjøres længe-

re, end et magelig Sving af Armen tillader, folgelig, at de ei kunne blive meget lange. Saa at ved dette Slags Vinder ei uden maadelige Byrder kunne fores i Veiret.

§. 113.

Et andet Slags af Vinder og dets Fordele frem for den forrige.

Det Slags Vinder, som man seer Taf. V. Fig. 1, ere derfor virkelig bedre. Deres Beskaffenhed er som de forriges. AB er Bommen eller Cylindren, omkring hvilken, formedelst et Tou Tyngden vindes op ved Hielp af Vegtstængerne *c*, som man seer, ere indsluttede flere udi Tallet i en fast Cirkel, eller Cirkel af helt Træ. Foden, den hviler paa, er BFCA. Denne Vinde, som ved Bygninger med stor Nytte kan bruges, siden man uden synderlig Moie kan flytte den, hvorhen man vil, snart hoiere, snart lavere, haver en Mængde Fordele frem for den forrige.

1) Da man seer af det forrige, at Kraftens Moment er storst, naar den virker lodret eller perpendikulær paa sin Vegtstang hele Bevægelsen igiennem, og dette ei kunde skee i den forrige Tilfælde af §. 111, thi ved Omveltningen bliver Kraften, som bestandig skal folge den samme Vegtstang, paa de fleste Steder i skiev Stilning imod Vegtstangen, i sær om Stilningen ei er magelig; saa kan man derimod her under Omveltningen idelig skifte Vegtstang, og folgelig altid drive Machinen om med en Kraft, der er perpendikulær, eller fast perpendikulær, paa den.

2) Ligeledes sees, at man ved denne Vinde ei alene kan give Armen den mageligste Stilning, saa at de Arbeidende

dende af denne Aarsag ei trettes unyttig, men endnu meer, at Trykningen af det hele Legeme kan befordre Bevægelsen og ei Armenes alene. Desuden kunne flere Personer ved flere Vegtstænger tillige bevæge. Man kan giore dem længere, end i forrige Tilfælde, siden den bevægende Kraft ei skal overalt følge Stangen. Man kan sætte Stængerne *c* saa langt fra hverandre, som Mageligheden af Kraften og Personernes Antal, der skulle bevæge, det tillader.

Man gior derfor Cirklen ved D*c* stærk, at det Sted, hvor Kræfterne trekke med fuld Kraft, ei skal kunde brekke. Hvor stor Styrke ei behoves, gior man Vinden som Taf. IV. Fig. 11. Man sætter Kraftens Sted heller ind paa Cylindren, som i *c*D, end i Enden (Taf. V. Fig. 1.), for vel at proportionere Lastens og Kraftens Trykning i Henseende til Omveltnings-Punkterne A og B, saa deres Trykning kan blive saa omtrent lige stor.

§. 114.

Vertikale Vinder.

Man seer Taf. V. Fig. 3. en vertikal-staaende Vinde, saaledes som man paa Lofterne betiener sig af disse Machiner. I A og B løber den vertikale Cylinder med smalle Ender om i Pander. Dette Slags Vinder haver den Fordeel frem for de forrige, at da omkring Bevægelsens-Centret Armene DC og EF kunne ligge horizontale, saa kan man giore dem saa lange, som man vil, alene at Cylindren AB tillige faaer sin tilbørlige Styrke, for at holde imod. I denne Tilfælde igien haver Kraften den Fordeel, at, skiont den

bestandig maa folge Vegtstangen under Bevægelsen, dens Virkning dog altid skeer perpendikulær og ensdan paa samme. Saa og at Kraften kan, eftersom Byrden er ringere eller større, holde sig snart nærmere Centret, snart længere fra det. Men den store Fordeel, i Henseende til Folk, naar af dem disse Vinder drives, bestaaer deri, at de kunne trykke med deres Tyngde i de vertikale, hvilket, om end nogenlunde kan skee paa den ene Side af de horizontale, kan det dog ikke skee paa den anden, hvor Trykningen gaaer op efter. Denne Forskiel i Maaden at anvende Kræfterne paa er saa betydelig, at man regner sædvanlig en Mands Styrke, som kan trykke efter med Lenderne og Legemets Tyngde, saa stor som 6 andre, der ikke kunne trykke, uden med Armene alene.

§. 115.

Et andet Slags høist nyttig Vertikal-Vinder.

Alle disse Fordele findes i den saa kaldte Ergata eller i Vinden (Taf. V. Fig. 2.), hvor Armene ligeledes ere horizontale. Man seer let, at saavel Armene AB, CD, som Cylindren F selv, kunne giores saa stærke som man vil, og da Armene desuden kunne have en anseelig Længde, uden at brekke, saa kan man baade ved Hielp af denne Machine sætte en Mængde Folk paa engang til at trekke Byrden i *t*, saa og give dem en anseelig Afstand fra Bevægelsens Center L, hvorved baade Kraften bliver overmaade anseelig, og Bevægelsen af Tyngden *t* ei tager uden en maadelig Tid bort.

I *abcd*, hvor Strikken gaaer om Cylindren, gior man den kantet, at Strikkens Rivning imod Cylindren kan blive desto større, saa den ei skal glide. I samme Hensigt kan man og lade Touet lobe nogle gange i Brugen omkring Cylindren. Ved Enden af Touet sætter man en Mand, som holder imod og idelig vikler Strikken op, der villig gaaer af. Man maa giore dette sidste, for at forekomme, at Halv-Diametern af Cylindren, som er Lastens Vegtstang, ei bliver derved større, at et Stykke af Touet, i det det vikler sig om Cylindren, legger sig over det andet. Touene lide desuden ved denne Omveltning over hverandre meget.

§. 116.

Vindernes Brug og Nytte er overmaade stor.

De, som ikke veed, at de simpleste Machiner ere de beste, og som derfor alene agte de Stykker af Mekanik høit, som give et stort og i mange Stykker forandret Ris paa Papiret, eller som i den virkelige Brug ere opforte af en vidtloftig Mængde af Stykker, i hvis Betragtning Øiet forvilder sig, skiont deres Nytte de fleste Tider er meget liden, ville have Moie ved at troe, at man i den hele Mekanik neppe haver et bedre Middel til at bevæge de forferdeligste Byrder, hvad heller at det skal være i Høiden, eller hen over Horizonten, end disse Vinder. Naar flere af dem sammenfoies, for med forenet Kraft at bevæge, er deres Virkning overmaade betydelig, og vi skulle finde Anledning til at handle derom videre i det følgende.

§. 117.

§. 117.

Ved flere sammenføiede Vegtstænger kan i Ligevegten, men ei i Machinernes virkelige Brug de største Kræfter overvindes ved de allermindste.

Dersom man umiddelbar sammenføier flere Vegtstænger, som i Taf. V. Fig. 4, hvor Tyngden *t* henger i *p*, og Vegtstængerne *dap*, *fek*, *hgi*, *nml*, som kunne bevæges omkring Punkterne *l*, *i*, *k*, *a*, imidlertid at Lasten trykker paa dem ved Hielp af de Vegtstangs-Arme *pa*, *ke*, *ig*, *lm*, og Kraften i O staaer imod ved Hielp af de lange Arme *nl*, *hi*, *fk*, *da*; da maa en meget liden Tyngde udi O kunde holde Ligevegt med en meget stor udi *t*, fordi det hele Moment af Tyngden *t* forholder sig til det hele Moment af Kraften udi O, som *t. pa. ek. ig. lm* : O. *nl. hi. fk. da.* Er $pa = ek = ig = lm = 1$, $da = fk = ih = ln = 10$. Da bliver O : T = 1 : 10000, og følgelig kunde efter disse Forhold imellem Armene 1 Pd. staae i Ligevegt med 10000.

Imidlertid maa her vel agtes, at det Punkt *a* trykkes med en Pression af 11000 Pund. §. 45. Følgelig, at Tykkelsen i Armen *dp*, for at holde udi *a*, vilde blive overmaade anseelig, saa de theoretiske Forhold ei ere saa lette at betiene sig af, som det synes. Dette sees endnu bedre, naar man overlegger, at Kraftens Vei i O bør være til Lastens i samme Tid i Forhold af Lasten til Kraften, saa for at Tyngden *t* kunde stige en Fod, maatte Kraften O falde 10000. Da det nu er umueligt, at skaffe en Vegtstang Plads til at giøre et saadant Sving, saa sees af dette simple Exempel, hvor meget man maa tage sig i Agt, for ikke at troe, at, endskiønt man efter de simple theoretiske Forhold kan altid anvise en Indretning af Machine, ved hvilken man med en over-

overmaade liden Kraft kan bevæge en stor Last, at man derfor virkelig i Brugen skulde kunde giore det samme; allermest, da den langsomme Bevægelse tillige udfordrer en saa stor Tid i deslige Tilfælde, at Virkningen fast altid derfor alene bliver i Brugen ugiorlig.

§. 118.

Hiulenes Fordeel frem for Vegtstængernes og deres Theorie

Imidlertid dersom deslige store Bevægelser virkelig skulde skee, da maatte det blive ved den Art af brudte Vegtstænger, som forekommer udi Hiulene. Thi disse sidste, i hvor mange af dem endog sammensoies, ere dog virkelig intet andet, end en Mængde af sammensatte brudte Vegtstænger, men som have den Fordeel, at den nyttige Bevægelse gaaer i et fort, saa at Tiden ei spildes paa at fore Vegtstængerne i Hoiden igien, hvilket vi have seet altid maaskee i disse Machiners gemene og simple Brug.

Man kan derfor let see, hvorledes i alle Tilfælde Last og Kraft maa forholde sig imod hverandre, naar de holde hverandre Ligevegt ved Hielp af et Hiul (Taf. V. Fig. 5.). Thi naar AB*f* er Hiulet, paa hvis Halv-Diameter *cb* Kraften virker efter den Direktion *dbf*, og *gah* er Bommen, over hvilken Lasten tynger efter den Direktion *ta*, da sees let, at *acb* er en brudt Vegtstang, og videre; at, naar fra Centret *c*, som Bevægelsens Center, kastes ned paa Kræfternes Direktioner de to Perpendikler *ca* og *ce*, da forholder sig Kraften i *b* til Lasten i $a = ac : cd$. §. 31.

§. 119.

* Man beviser dette uden Hielp af Vegtstangen ligeledes overmaade let ved Kræfternes Opløsning. For at vise Maaden, ville vi her antage, at Kraftens Direktion (Taf. V. Fig. 6.) er vertikal efter *db*, at *hdc* er en horizontal Halv-Diameter af Hiulet, at *ca* er Bommens Halv-Diameter, og at Tyngden *t* trykker paa samme efter den vertikale Direktion *at*.

Saafremt da at den vertikale Trykning *bf* opløses i to Side-Kræfter, den ene efter Røre-Linien eller Tangenten af Cirklen, og, som til at drive Hiulet om, bliver aldeles nyttig, fordi den er perpendikulær paa Hiulets Halv-Diameter. Den anden efter Direktion af Halv-Diametern, saa den bliver ganske unyttig, fordi den trykker Hiulet alene ind imod sit Center *c*, uden at kunde bevæge det, da, fordi ved *d* og *g* ere rette Vinkler, og $dbc = ebf = bfg$ ere Trianglerne *bfg* og *dbc* ligedanne Triangler, saa $bf : bg = cb : cd$, $= K : \frac{cd}{cb}K$, om ved K forstaaes den i *b* paa Hiulet efter den Direktion *bf* tyngende Kraft.

Følgelig bliver den Deel af K, som virker perpendikulær paa $cb = \frac{cd}{cb}K$, men dens hele Moment $= \frac{cd.K}{cb}.cb = cd.K$. Og derfor bliver $cd.K = t.ac$ og $t : K = cd : ac$, eller som Perpendiklerne paa Direktions-Linierne forkeert tagne.

§. 120.

De betydeligste Tilfælde udi Brugen, naar

De betydeligste herhid hørende Tilfælde, som i Maschin-Væsenet forekomme, ere de tvende følgende.

1) Naar

1) Naar baade Kraft og Last virke perpendikulær paa Halv-Diametrerne af Hiulet og Bommen, i denne Tilfælde er (Taf. V. Fig. 6.) K : $t = ac : hc$ eller Lasten til Kraften, som Hiulets Halv-Diameter til Bommens Halv-Diameter.

nemlig Last og Kraft begge virke efter Vertikalen, forklares nøiere.

2) Naar Kraften virker efter den vertikale Direktion db bestandig over det Punkt b, eller rettere i den Distance af de Grader bh fra det horizontale Punkt h. Saa tidt som man ved Folk vil bevæge Hiul, er ingen anden Stilning for dette Slags Kræfter fordeelagtigere, end den, naar Hiulets Omkreds inden i eller paa begge Sider er belagt med Trin, og man lader de Personer, som skulle bevæge Hiulet, træde indvendig, siden da den hele Tyngde af Legemet hielper til at drive Hiulet om, og Gangen er en af Menneskets ferdigste og mindst moisomme Forretninger. Hvorved endnu videre kan iagttages, at det er fordeelagtigere i Træde-Hiulene, om Randen af Hiulet er saa bred, at flere Personer kunde træde jevnsides, end naar de gaae en efter den anden, siden Momentet bliver alt mindre og mindre. Den Trædendes Moie er ellers den, som maa anvendes ved bestandig at gaae op ad en Bakke, hvis Skraaening over Horizonten er den samme som Tangentens bg, eller hvis Vinkel med Horizonten maales af den Bue bv, hvilket sidste sees let. Thi trekkes Tangenten bg ud til m, og nm trekkes horizontal, men Vertikalen cl kastes perpendikulær ned udi n paa Horizontalen, da bliver i Trianglerne cbl og lnm, Vertikal-Vinklerne ved l lige store, ved b og n rette Vinkler, derfor og $bcl = lmn$.

I dette Tilfælde ere Perpendiklerne paa Direktionslinierne de Linier *cd* og *ca*, folgelig Kraften i *b* til Lasten $t = ca : cd$.

§. 121.

Det samme, naar Kraften i sin Bevægelse idelig forandrer sit Sted i Peripherien.

Deraf sees, at saa tidt som en og den samme Kraft beskriver lidt efter lidt i sin Bevægelse en Cirkel-Peripherie, og under Bevægelsen virker paa Cirklens Diameter bestandig efter en Vertikal-Direktion, da bliver dens Virkninger i adskillige Punkter altid som det Stykke *cd* af den horizontale Halv-Diameter, det Stykke nemlig, som svarer til Punktet *b*, i hvilket Kraften antages at være.

§. 122.

Hvilket kommer i sær for i Bevægelsen ved Haandgrebene.

Deraf kan det Slags ulige Bevægelse forstaaes, som folger Haand-Grebene i Vinderne, og hvorom er bleven kortelig talt §. 112. Dog er Uligheden i dette Tilfælde, da Haandgrebet drives med Haanden, ikke den betydeligste just; Den er i Machinerne ulige vigtigere, naar (Taf. V. Fig. 7. No. 1.) ved Hielp af et saadant Haand-Greb en Byrde *t* skal lettes. Thi dersom i No. 2 *bc* forestiller Armen af Haandgrebet, ligesom BC No. 1, da igiennemløber i en Omveltning Tyngden *t* samtlig Punkterne af Peripherien *cde*, saa at i det den stiger fra *c* til *g*, bliver dens Moment Tid efter anden *hb*, *ib*, *db*, og derfor meget ulige. Nemlig den Kraft, som i A (No. 1.), skulde løfte *t*, enten ved Hielp af en Vinde, eller paa hvad

anden

anden Maade det skulde skee, havde, naar Tyngden var (No. 2.) i *c*, intet at løfte, siden maatte den idelig anvende fra *c* til *d* alt større og større Kræfter, og de største, naar Tyngden var i *d*, fordi dens Moment da blev *t.db*. Siden blev Tyngdens Modstand idelig mindre fra *d* til *g*, og i *g* atter igien intet, som heller ikke noget igiennem den halve Peripherie *gec*, fordi Tyngden over den mestendeels i Machinerne falder af sig selv ned efter, saa at Kraften i A haver alene over det halve Sving Kræfter at anvende, og de samme bestandig i ulige Grad, igiennem det andet halve Sving derimod staaer den fuldkommen ledig.

§. 123.

Om man derfor vil, i Steden for denne ujevne Bevægelse over Haandgrebets Halv-Diameter, søge en anden Halv-Diameter, over hvilken, om Tyngden virkede ligedan hele Bevægelsen igiennem i den halve Peripherie, Summen af Virkningerne endnu skulde være den samme. Da blev denne Middel-Halv-Diameter den Linie *bi*, om Tyngdens Center af den halve Cirkel-Peripherie *gdc* sættes at være udi *i*. Thi man seer strax; at, om et hvert Element i den halve Peripherie *gdc* antages at forestille Tyngden, der løftes, da bliver Summen af alle Tyngdens Virkninger igiennem den halve Peripherie saa stor som Summen af Momenterne af alle disse Punkter i Peripherien, og derfor atter igien saa stor som den halve Peripheries hele Tyngde multiplicert med *bi*. Men *bi* bestemmes af §. 106 Mekan. Forel. Denne Bevægelses Uligheds bestemmes.

Forel. Er nemlig Halv-Diametern DA = d, Peripherien p, bliver $ib = \frac{4dd}{p}$.

Imidlertid ere Haandgrebene umistelige i Machin-Væsenet, og kunde ingenlunde, uagtet denne anseelige Feil, forkastes, som adskillige have vildet, der have foreslaaet andre Midler i Steden, som vi skulle tale om paa et andet Sted. Allermest da man veed nogenlunde at afhielpe denne ulige Bevægelse, og det ved Haandgrebet (Manivellen) selv.

§. 124.

Det dobbelte Haandgreb giver en meer ensdan Bevægelse end det simple.

Man gior det nemlig dobbelt, som i Fig. 8, og udretter derved, at den ene Tyngde bestandig stiger, imidlertid at den anden falder, saa at Kraften, der bevæger, ikke er uden al Virkning, uden i det Øieblik, da begge Tyngder staae vertikal. Desuagtet er dog Bevægelsen endnu, mens Armene BC og ED beskrive deres Cirkler, bestandig ulige, ligesom i forrige Tilfælde, det eneste, som er vunden, er, at Kraften virker bestandig.

Man seer let, at Middel-Armen bestemmes her, ligesom for i §. 123, andet end at hele Tyngdens Virkning bliver her hele Peripherien *gecd* multiplicert med *bi*, naar nemlig, som for, et hvert Element i den hele Peripherie antages at have den samme Vegt, som den Tyngde, der loftes. Thi den Vegtstang, over hvilken at Tyngden kan ansees som at være ensdan i det enkelte Haandgreb under

den

den halve Omveltning, over den samme maa den under den hele Omveltning blive ensdan i det dobbelte.

§. 125.

Gior man derimod Haandgrebet tredobbelt, som i Taf. V. Fig. 9. og Taf. VI. Fig. 4. Da, om Armene staae saaledes imod hverandre, at naar de i deres vertikale Cirkler (hvis Centrer ansees som henkastede paa det samme Plan, saaledes at, for desto lettere Betragtnings Skyld, alle tre Haandgrebs-Armene ansees som at bevæge sig omkring i den samme Cirkel) stode 120°, eller til lige Dele fra hverandre udi A, B og C (Taf. VI. Fig. 1.). Saa bliver ikke alene intet Punkt, i hvilket at jo Kraften finder uden Ophør noget for sig at bevæge, men Uligheden af Bevægelsen falder i dette Tilfælde saa meget bort, som det paa denne Bevægelses-Maade er mueligt, thi det firedobbelte Haandgreb forer en ujevnere Bevægelse med sig end det tredobbelte, og det bruges desuden ikke gierne, saavelsom heller ikke de meerdobbelte, fordi de overmaade let brekkes og gaae til Skade.

Men i det tredobbelte er Bevægelsen endnu uligе ordentligere og jevnere.

§. 126.

* For at forstaae dette saa meget desto bedre, maa man, som sagt er, i en og den samme Cirkel forestille sig de tre Halv-Diametrer eller Arme, over hvilke tillige de tre Tyngder t', t'', t''' tynge, og paa hver Arm af Haandgrebet en Tyngde. Man maa tillige agte, at enhver af dem i den halve Omveltning i deres Cirkel maa løftes af Kraften, imidlertid at de i den anden halve betrag-

betragtes som at falde ned efter af deres egen Tyngde. Ansees da gBh som den halve Cirkel, i hvilken de falde af sig selv, da følger, om alle tre Tyngder antages at være lige store,

1) At, om i A den enes Halv-Diameter antages horizontal, staae de andre i B og C saaledes, at AB er 120°, og AC ligeledes 120°. Følgelig, da B og C ere i nedstigende, haver Kraften alene Tyngden i A at overvinde, hvis Moment, om Tyngden paa en af Armene kaldes T, er T.AD. Da denne Tyngdes Modstand er paa sit største.

2) Bevæges siden A op imod g, og B med C ned imod h, da seer man let; at, siden B og C endnu falde af deres egen Tyngde, saa de kunne selv, i Følge Hypothesen, drive sig net op ned efter, da faaer Kraften alt mindre og mindre af Byrden T at løfte, fordi dennes Moment idelig bliver mindre, saa længe til DC falder over Dh, det er, indtil Buen Ap er 30°. Thi saasnart som Tyngden C begynder at gaae ud af h hen imod b, lige saa stærk som Tyngden t' i p bevæger sig hen imod g, da siden Momenterne af t' ere som T multiplicerede med Cosinus af Vinklerne fra A af, og Momenterne af t'' som Sinus af Vinklerne fra h af, og disse sidste Sinus vore stærkere til lige Grader, end Cosinus tage af, saa blive Momenternes Sum nedvendig af begge større, end det ene Moment af Tyngden t' udi p.

Kommer Tyngden t' 60° fra A, da er dens Moment T. Cosinus 60°, men da staaer Tyngden t'' 30° fra h, og dens Moment er T. Sinus 30°, følgelig da Sin. 30° + Cos. 60° = Sin. tot. = 1, saa er Summen af Momenterne, naar t' er 60° fra A, om $t' = t''$; det samme som i A, nemlig = T.AD.

3) Bli-

3 Bliver Tyngden t' vertikal udi g, haver alene Kraften Momentet af den Tyngde t'' at overvinde, som da ligger om hDb eller 60° fra h udi b. Man seer da, at denne Tyngdes Moment voxer idelig indtil den kommer i A, da den igien er paa sit største, men Tyngden t''' er, naar t'' er i A endnu 30° borte fra h. Derpaa tager igien Tyngdens t''-Moment af, indtil at den kommer i p 30° fra A, og t''' staaer i h, da den efter det forhen sagte er igien i den mindste Modstand. Siden voxer Modstanden, ligesom i No. 2, ved Summen af begge Momenterne udi t'' og t''', indtil de komme til 60°, hver paa sin Side af A; da Sinus og Cosinus sammenlagte ere saa store som Halv-Diametern AD, og derfor Momentet af Tyngden igien $t''.\frac{1}{2}AD + t'''.\frac{1}{2}AD = T.AD$, fordi t', t'' og t''' antages at være lige store.

§. 127.

* Da Momentet af begge sammenlagt derpaa igien bliver mindre, fordi Cosinus tage stærkere af, end Sinus tage til, saa følger, at naar alle tre Tyngder sættes, efter vores antagne, lige store, bliver

1) Det største Moment $= T.AD = T.Sin.totus.$

2) Det mindste Moment $= T.Cosin.\ 30°.$

3) Saa disse to Momenter forholde sig til hverandre som 1000 : 866, hvilket er paa ganske lidet nær den Forhold af 8 : 7, hvoraf fuldkommen sees; at det tredobbelte Haandgrebs Bevægelse er temmelig jevn og lige, saa man, efter det forhen sagte, haver i Haandgrebet selv fundet et got Middel til at bøde paa dets tvende første Mangler.

4) Sees, at alle Ulighederne i Bevægelsen igiennemlebes over en Bue af 60°.

§. 128.

Middel-Vegtstangens Bestemmelse i Haandgrebenes uligeBevægelse.

* I det tredobbelte Haandgreb derfor er den hele ujevne Bevægelse indskrenket over en Bue af 60° (§. 127. 4.). Følgelig over $\frac{1}{6}p$. Da derfor Chorda til 60° er $= d$, saa bliver $\frac{1}{6}p : d = d : \frac{6d^2}{p}$, som er Tyngdens Centers Distance fra Cirklens Center i en Bue til 60°, og følgelig Vegtstangs-Armen for den ensdanne Bevægelse, hvilken Buen igiennem gier den samme Virkning og Modstand, naar Tyngden blev hengt paa den uforanderlig, som om denne sidste i sin ujevne Bevægelse over samme Bue virkede paa de ulige Vegtstænger, hvilke naturlig viis here Bevægelsen til.

§. 129.

Svinge-Loddenes Nytte og fornemmeste Beskaffenheder.

Er Kraften, der bevæger i A (Taf. V. Fig. 7.), net op saa stor som der behoves til at sætte Tyngden t' i Bevægelse, naar den virker paa den Vegtstangs-Arm ib, den nemlig, som hører efter det ovensagte til den jevne ensdanne Bevægelse, da siden samme Kraft ei kan bevæge i de Øieblik, da Momentet af Tyngden er større end $t.ib$, og den derimod arbeider meer end behoves, naar det virkelige Moment af Tyngden er mindre end $t.ib$. Saa for at samle, saa at sige, den overflodige Bevægelse i de Øieblik, da Kraften virkede formeget, og at forvare den til Brug i de igien, da Modstanden af Machinen var Kraften overlegen, haver man optænkt

et

et artigt Middel i de saa kaldte Svinge-Hiul, eller Svinge-Lodder, hvilke virkelig ere det samme i Machinerne i Almindelighed, hvad Pendulerne ere i Uhrene. Man seer af dem Taf. VII. Fig. 1. i Haand-Mollen, hvor E ere Svinge-Lod, saavelsom C og D. Saafremt derimod, at i EE var anlagt et Hiul, saaledes, som det foreſtilles ved den punkterte Oval i Figuren, da var det et Svinge-Hiul. Man seer let, at disse Machinen tilhengte Tyngder vinde i den Tid, da Kraften arbeider i et fort, uden at finde Modstand, anseelige Centrifugal-Kræfter, som de igien anvende og tabe i at fortsætte Machinens Bevægelse i de Øieblik, da Machinens Modstand er større end Kraften. Saa i Henseende til Svinge-Hiulene kan agtes.

1) At de ere af en ypperlig Nytte i Machinerne, saa tidt som Kraften virker ulige, som i Taf. VII. Fig. 1, da, naar Haandgrebene staae vertikale, den aldeles ikke kan yttre sine Kræfter og virker siden idelig ulige, efter det forhen sagte. Eller og naar de i Machinernes ulige Bevægelse holde visse deres Dele i idelig Gang, som ellers maatte brekkes, om de med et skulde tage imod Bevægelsen i de Øieblik, da Kraften heftigst virker, og de da desuden giøre Tieneste i at tage imod en Deel af Stødet.

2) At de ingenlunde maa giøres af for stor og vidtloftig Omkreds, siden deres Bevægelse ellers desto meer svækkes af Luften, uden at giøre den Nytte, man haver foresat sig at vinde. Saa jo tungere Materien er, og jo smallere Svinge-Hiulene ere, desto tienligere ere de, og man seer

deraf, at Klumper Blye eller Jern og Svinge-Lod, som Taf. VII. Fig. 1, udi C ere i denne Henseende meer at sætte Priis paa, end Svinge-Hiul i Cirkel- eller Oval-Figur af lettere Materie.

3) Man seer af den Brug, Svinge-Hiulene bestemmes til, at jo større Fart de faae, desto tienligere ere de; følgelig bør de i Machiner, som kunne sættes i stærk Fart, giøres af maadelig Storrelse; i de, hvor Farten ei kan blive meget stor, bør de giøres større, for at vinde en større Hastighed, men at de ei skulle besvære Machinen formeget, ere i denne sidste Tilfælde Svinge-Lod ulige bedre end Svinge-Hiul. Man kan endnu i denne Henseende videre agte.

a) At, hvor ingen hastig Bevægelse kan tilveiebringes, bør Svinge-Hiul eller Lod aldrig anvendes, siden de ikkuns tynge Machinen unyttig og hindre derfor Bevægelsen.

b) At, hvor Svinge-Lod bruges, maa man vel see til, at de staae i Ligevegt med hverandre, paa det at Centrifugal-Kræfternes ulige Drift ei skal stifte uventede Uleiligheder i Machinen.

c) Ved Svinge-Hiulene afhielper man nogenlunde den ujevne Bevægelse, ei alene den, som foraarsages af Haand-Grebene, men endog i andre Tilfælde i Machiner. Man betiener sig og desuden af deres Fart i andre Machiner til at presse med Magt og til at slaae. Vi skulle finde Leilighed til at tale om disse Machiners Nytte i den Henseende siden.

Femte

Femte Forelæsning.

Fortsættelse om Hiulene og Tridserne.

§. 130.

I Machinerne med Hiul behoves altid, naar Pladsen ei tillader store Hiul, eller disse bleve alt for tunge, at flere Hiul sammensoies, men Beregningen af Kraften og Lasten, saa tidt som de staae i Ligevegt med hverandre, bliver derfor ikke vanskeligere. Saaledes sees Taf. VI. Fig. 2, at en Tyngde henger paa Axlen D af det Hiul A, hvilket igien griber ind i Axel-Hiulet E af Hiulet B, hvilket sidste griber igien ind i Axel-Hiulet F af det Hiul C, og saa videre, indtil at paa det sidstes Hiuls C Halv-Diameter Kraften i g antages at virke perpendikulær. Man kan agte, at vi kalde her Halv-Diametrerne af de smaa Hiul paa Axlerne (simpel hen) Axlernes Halv-Diametrer.

Hvad Forholden er af Last til Kraft over flere Hiul, som gribe i hverandre.

§. 131.

Af det forhen sagte forstaaes, at om Tyngden i $r = T$, da bliver den Kraft, som i b skulde staae i Ligevegt med $T = \frac{T.aK}{ab}$; saa stærk maa derfor og det Punkt b udi Hiulet giores, naar det net op skal have de Kræfter, der behoves

til at holde imod udi Kræfternes Ligevegt i K og *b*, hvilken vi her antage at være.

Da det saaledes var det samme, som om i det Punkt *b* var en Last $\frac{T.aK}{ab}$, saa er det klart, at den Kraft, der udfordres udi *e*, for at holde denne Tyngde Ligevegt, beløber $\frac{T.aK.bc}{ab.ce}$. Thi *ce* : *bc*, som Tyngden $\frac{T.aK}{ab}$ til den Kraft, hvilken skal holde imod udi *e*, hvoraf man ligeledes seer, hvor stærk Machinens Dele trykkes udi dette Punkt.

Ved ligeledes at slutte, findes Kraften udi *g*, som perpendikulær holder imod den Tyngde $\frac{T.aK.bc}{ab.ce}$ udi *e*. Den beløber $\frac{T.aK.bc.ef}{ab.ce.fg}$, hvoraf flyder denne almindelige Regel.

At i flere Hiuls Trykning paa hverandre, naar de gribe ind i hverandre paa ovenmeldte Maade, forholder sig Lasten til Kraften, der med den staaer udi Ligevegt, som samtlig Hiulenes Halv-Diametrer, multiplicerede med hverandre, til samtlig Axlernes Halv-Diametrer, ligeledes multiplicerede med hverandre.

Dersom Kraften derimod bestandig virkede vertikal udi *l*, da blev §. 31. *hf* dens Vegtstang. Folgelig blev i dette Tilfælde Kraften til Lasten = *Ka.bc.ef* : *ab.ce.fh*.

§. 132.

Naar Last og Kraft ere givne, da at bestemme

Man kan derfor, naar Last og Kraft ere givne, altid finde hvad Hiul man behøver, for at de kunne komme til at staae udi Ligevegt

gevegt sammen, saavelsom Forholden af de store Hiuls Halv-Diametrer til Axlernes Halv-Diametrer, til hvilke sidste vi her og henregne Halv-Diametern aK, paa hvilken Tyngden t umiddelbar trykker. Man haver til den Ende alene nødig at opløse den givne Forhold imellem Lasten og Kraften udi deres Divisorer. Paa saa mange Maader, som dette sidste lader sig giøre, paa lige saa mange kan man og sætte Hiulenes og Axlernes Halv-Diametrer i Forhold imod hverandre. de adskillige Maader, en Machine med Hiul kan bygges paa.

Saaledes, om Lasten var 2400 Pd., og Kraften 60 Pd., da siden den Forhold af 2400 : 60 lader sig opløse 1) i disse: 5 : 8, 4 : 10, 3 : 30. 2) og i disse: 5 : 10, 4 : 8, 3 : 30, eller 1 : 2, 1 : 2, 1 : 10, saa sees, at man kan bruge 3 Hiul af Diametrer, som 8, 10, 30; til hvilke i samme Orden svare Axel-Diametrer, som 5, 4, 3, eller af Diametrer, som 2, 2, 10, hvortil svare Diametrer i Axlerne, hvilke ere alle som 1. Vilde man bruge 4 Hiul, kunde det gieres paa adskillige Maader, som f. Ex. om man i de første Forhold opløste den af 3 til 30, i disse tvende andre af 1 : 5 og 3 : 6. Vilde man ei bruge uden tvende Hiul med deres Axel-Hiul, da bleve Forholdene, som kunde bruges, de af 10 : 1 og af 4 : 1. Deraf sees, at man vinder anseelig i Hensende til Høiden, ved at sammensøie flere Hiul, thi vilde man i dette sidste Tilfælde ikke bruge uden et Hiul, og Bommens Tykkelse var 1 Fod, maatte Hiulets hele Diameter være 40'.

§. 133.

Dette Spørsmaal er derfor altid bestemmeligt paa flere Maader, men i Brugen selv maa stedse agtes, at jo mindre Hiul man Den mindste Mængde af Hiul, som Plad-

sen tillader, er altid den beste.

man kan bruge, for at naae den samme Virkning, desto bedre er det altid; siden den Mængde af Hiul ikkuns gier Machinen tungere, og saavel af denne Aarsag, som endnu af en anden, at nemlig tillige flere Takker gribe i hverandre, og giøre Rivningen større. Dog maa i Brugen selv sees paa alle Omstændigheder, undertiden tillader Pladsen en Mængde af Hiul, men giver ikke Leilighed til at giøre saae og høie. o. s. v.

§. 134.

Hiulenes Theoretiske Kræfter maa man ei regne paa i Brugen og Udøvelsen.

Jeg maa ved den Leilighed atter igien giøre en ligesaadan Anmerkning, som den forhen giorte ved Vegtstængerne; at man ingenlunde i Henseende til Brugen maa lade sig forblinde af den theoretiske Kraft, som en Mængde af Hiul kunde tilveiebringe; thi i Følge §. 131, seer man let, at om i 10 Hiul Axlernes Halv-Diametrers Forhold til Diametrerne selv sættes bestandig som 1 : 10, da kan 1 Pund holde Ligevegt med 10000000000 Pund.

Men iagttager man, at samtlig Axlers og Takkers Tykkelse derefter maa proportioneres, saa seer man deraf alene, at de theoretiske Kræfter ere intet mindre end muelige i Udøvelsen selv. Overlegger man desuden Tiden, som behøves, da er det klart; at, før Lasten kunde komme en Fod i Høiden, maatte Kraften igiennemløbe en Vei af 10000000000 Fod, til hvilket at iverksætte behøvedes en Mængde Aar.

§. 135.

Andre Maader at beregne Machiner med Hiul paa forklares.

* Det føranførte §. 133 giver alene den Forhold tilkiende, som Hiulenes Halv-Diametrer bør have til samtlig Axlernes Halv-

Diame-

Diametrer. Sædvanlig antager man det mindste eller største Hiuls Halv Diameter efter Behag, og som man synes, det efter Omstændighederne best kan passe, hvoraf siden al Resten bestemmes. I Molle-Machinerne, hvor Hiulene fornemmelig bruges, pleier man gemeenlig af Antallet af Omløbene, som i samme Tid gjøres af det hastigst og af det langsomst omløbende Hiul, at bestemme Resten ved Hielp af nogle Erfaringer, som legges til Grund, hvilket i sig er det samme, som af den givne Forhold imellem Last og Kraft at bestemme Machinen, da disse forholde sig forkeert som de Veie, hvilke de igiennemløbe i samme Tid. Imidlertid da Maaden er lidet anderledes, ville vi her kortelig anføre den.

§. 136.

* Til den Ende kan agtes, 1) at saa tidt som to Hiul gribe i hverandre, saa det ene veltes om af det andet, som i Taf. VI. Fig. 2, Hiulet A veltes om af Hiulet B, maa Omløbenes Antal i den samme Tid være som Halv-Diametrerne forkeert af de Cirkler, der gribe i hverandre; i B som *ab*, og i A som *cb*, fordi Peripherierne altid ere i samme Forhold som Halv-Diametrerne. Derfor naar en mindre Peripherie skal velte over en større, maa den velte saa mange Gange om, imidlertid at den store gaaer en Gang om, som den mindres Diameter indeholdes i den større Diameter flere Gange til. Og

2) da denne Aarsag er den samme, i hvor mange Hiul der end tage i hverandre, saa bliver Omveltningernes Antal i det hastigste Hiul til Omveltningernes Antal i det langsomste udi samme

Tid i sammensat Forhold af alle de Hiuls Halv-Diametrer, i hvilke Axel-Hiulene gribe ind, til alle disse Axel-Hiuls Halv-Diametrer.

§. 137.

* Da Takkernes Antal i disse Hiul følge Forholdene af Peripherierne, og derfor og Forholdene af Omlebenes Antal udi samme Tid, saa kan man af de Omleb, som det langsomste Hiul gier imidlertid at det hastigste en Gang løber om, bestemme Takkernes Antal i samtlig Axlerne og Hiulene. Man har alene nødig, da Last og Kraft forholde sig som forkeert viis de i samme Tid af dem igiennemløbne Veie, at opløse deres givne Forhold, som forhen §. 135, i andre simplere, da man deraf strax seer, baade hvor mange Hiul man behøver, og i hvad Forhold Takkernes Antal skal være saavel i Hiulene, som i Axlene, saa om man i Axlerne antager dem efter Behag, eller rettere, som det efter Omstændighederne kan falde bequemmest, bestemmes de tillige, ved de givne Forhold, i Hiulene.

Eller og; om det hastigste Hiul løb om 30 Gange, imidlertid at det langsomste en Gang gik omkring, opløser man den Forhold 1 : 30 i disse to 1 : 5 og 1 : 6. Hvoraf man seer, at der behøves to Axel-Hiul, i hvilke Tændernes Antal er som 1, imidlertid at samme er i Hiulene, de gribe ind i, som 5 og 6. Sætter man derfor Takkernes Antal i den ene Axel 6, bliver samme i det til den svarende Hiul 30, sættes de i den anden 7, blive Takkerne i det til denne sidste svarende Hiul 42. Men da deslige Forhold sædvanlig paa meer end en Maade kunne opløses i andre simplere, maa man i enhver given enkelt Tilfælde vel undersøge, hvad for nogle i Henseende til dem ere de beste.

§. 138.

§. 138.

* Man kan endnu giøre en Deel andre Slutninger, for at bestemme Lasten og Kraften af Takkernes og Omlebenes Antal, eller af disse dem igien. Thi kaldes Lasten L, Kraften K, Omlebenes Antal i det hastigste Hiul i en vis given Tid a, i det langsomste udi samme Tid b. Peripherien i det første af disse Hiul P i Axlen af det sidste p. Kraftens Vei S, Lastens udi samme Tid s. Da bliver $L : K = S : s = Pa : pb$. Hvoraf faaes

1) $Lpb = KPa$. 2) $Spb = sPa$.

Hvoraf, som let sees, en Mængde Slutninger kunde giøres, som, for Exempel, at man ei behøver at vide andet, end Omveltningernes Antal i en given Tid af det hastigste og langsomste Hiul i en Machine med Hiul, saavelsom begge disse Hiuls Peripherier, for deraf at bestemme Forholden imellem Lasten og Kraften; og deraf igien, naar en af disse sidste er given, den anden. Men da i alt dette antages, at Machinen ingen anden Modstand haver at overvinde, end Byrden alene, saa man her hverken seer paa Friktionen eller Modstanden af Inertien i Machinen; saa tiene alle disse Slutninger til intet andet, end at bestemme Kræfterne af Ligevegten, hvilket man desuden altid let kan: hvorfor vi heller ikke ville være vidtløftige i at forklare disse Regler, som i sær kunne blive mange, naar man iagttager, at den Forhold $Pa : pb$ ligeledes kan tilkiendegive den sammensatte Forhold af Hiulenes og Axlernes Diameter, og $b : a$ det til disse Hiul og Axler svarende Takkers eller Tænders Antal. §. 136. 137.

Vi ville i den Sted kortelig anføre den Forskiel, som der er i Machinerne imellem Hiulene, siden man under en Skikkelse bedre

undertiden kan betiene sig af dem, end under en anden. Der forekomme da

De adskillige Slags af Hiul forklares.

1) Takkede Hiul, hvis Takker ligge i Direktion af Halv-Diametern, som Taf. VI. Fig. 2. udi A. Takkerne skieres paa adskillige Maader.

2) Kam-Hiul, i hvilke Takkerne eller Tænderne staae perpendikulær paa Hiulets Cirkel, og ligge parallel med dens Axel, som Fig. 3. udi B, og Taf. VII. Fig. 1. udi F.

3) Driften ved B Taf. VI. Fig. 3. og Taf. XIII. Fig. 7. 8. udi D. En saadan Drift bestaaer af adskillige Stokke, som legges fast ind imellem to Skiver.

Man betiener sig snart af et, snart af et andet Slags af disse Hiul, eftersom de Hiul, der skulle bevæges og tage i hverandre, enten ligge lige for hverandre eller ikke; i samme Plan eller i adskillige.

§. 139.

Nogle almindelige Regler for Hiulenes Forfærdigelse anføres.

Vi ville ikke opholde os ved de mekaniske Maader, som Konstnerne tilberede Hiulene paa, siden de ei beroe paa geometriske Regler, og ere ogsaa vores her værende Hensigt uvedkommende, i den Sted ville vi giøre disse almindelige Anmerkninger.

1) At jo glattere, rundere og med større Flid Takkerne i Hiulene og Stokkene i Driftene udarbeides, desto mindre er Delenes Rivning, og Machinens Bevægelse bliver desto lettere.

2) Jo tykkere Takkerne og Stokkene ere i Hiulene og Driftene, desto større blive Peripherierne, derfor og desto vanske-

vanskeligere Bevægelsen, saa de ingenlunde bør gjøres tykkere end nødig gjøres. Og da fastere Træ tillader, at de kunne gjøres tyndere, er det til denne Brug høist nyttigt.

3) Jo tiere et Hiul skal løbe om, desto stærkere bør dets Takker, og i Drifterne Stokkene være, og af desto fastere Træ.

4) Imellem de Takker eller Takker og Stokke i Driftene, som gribe ind i hverandre, bør altid være et lidet Spille-Rum, siden Træet, i hvor tørt det end kan være, ved Fugtighed dog let qviller ud. Man inddeler derfor gierne Rummet imellem Midtstregen eller Axlen af hver to deslige Takker, der tage i hverandre,

a) enten i 16 Dele, hvoraf Takken faaer 7, og Stokken i Driften 8, saa Mellem-Rummet bliver som 1.

b) eller i 12 Dele, hvoraf Takken faaer 5, og Stokken i Driften $6\frac{1}{2}$.

c) eller i 7 Dele, hvoraf Takken faaer 3, og Stokken $3\frac{2}{3}$.

5) Man lader ei gierne og uden Nød smaa Kam-Hiul gribe ind i store Drifter, fordi Tænderne let slides af i de første.

6) Takkerne i Hiulene bør med Flid legges, saa at deres Midt-Linie eller Axel gaaer i Hiulets Halv-Diametrers Direktion.

§. 140.

* I Henseende til den Trykning, som Underlagene have at udstaae af Hiulenes Axler og de paa dem virkende Kræfter, kan Underlagenes Trykning af vertikale Kræf-

ter bestemmes i horizontale Axler.

kortelig agtes, at, dersom (Taf. VI. Fig. 3.) FG er en saadan horizontal Axel, som bær i D et Hiul AK, og i H et andet HB, hvilket sammested tog i en Trilling-Stok B, og der fandt Modstand af Lasten; da er det klart, at Underlagene i F og G bleve trykte ei alene af begge Hiulenes KA, BH og af Axlens FG Tyngde, men endog af de i Ligevegt staaende Tyngder udi A og B. Man bestemmer let, naar en af disse Tyngder er given, hvad den anden bliver, af det forhen sagte; men og ved at iagttage, at om Bevægelse skulde skee, skede samme om den Linie AB, hvilken derfor bør ansees som en Vegtstang, hvorover to Tyngder af vertikale og perpendikulære Direktioner trykke imod hinanden, saa at derfor, naar den udi A kaldes A, bliver den i $B = A.\frac{AC}{BC}$. Da Hvile-Punktet er i C, kom det derfor fuldkommen ud paa det samme, som om det Punkt C var belæsset med en Tyngde $= A + A.\frac{AC}{BC} = A + A.\frac{AD}{BH}$. Videre er det Punkt C endnu deraf bekiendt, at da DH, AD og HB ansees som givne, er AD : BH = DC : CH, eller AD + BH : AD = DH : DC.

Da nu desuden, om L er Tyngdens Center af den hele Axel og de paa den tyngende Hiul, man i L maa ligeledes betragte den hele Tyngde af Axel og Hiul at være ophengt, saa søges til L og C det felles Tyngdes Center E; i hvilket, om alle disse Tyngder alle med hverandre ansees som at være anlagte for at trykke paa Underlagene i F og G, da forholder sig den Styrke, F maa anvende for at bære, til den, G maa anvende, i forkeert Forhold af FE til EG. §. 66.

§. 141.

§. 141.

* Saafremt man (Taf. VI. Fig. 7.) foreſtiller ſig ved den Linie FG en Axel, underſtøttet i F og G af tvende Underlag. Videre, ſom om denne Axel bar i L et Hiul, hvis Halv-Diameter var AL. Udi M et andet, hvis Halv-Diameter var MB, i M′ det tredie, hvis Halv-Diameter var M′C. Foreſtiller man ſig videre en Kraft, ſom udi A maatte holde Ligevegt med tvende andre udi B og C paa før ſagte Maade, da følger; at en Deel af den maa ſtaae i Ligevegt med B over den Vegtſtang AB, og en anden Deel med den udi C over den Vegtſtang AC, til den førſte af diſſe Vegtſtænger er Hvile-Punktet D, til den ſidſte af dem derimod E. Ere de to Dele, i hvilke Tyngden eller Kraften i A anſees ſom at være deelt A′ og A, Tyngderne udi B og C derimod B og C, da kommer alt ud paa det ſamme, ſom om det Punkt D blev trykt af en Tyngde = A′ + B, og det i E ligeledes af en Tyngde = A + C, hvis felles Tyngdes Center vi ville ſætte at være udi H. Er desuden Tyngdens Center af hele Axlen og af de paa den hvilende Hiul udi I, da om igien imellem I og H ſøges det felles Tyngdes Center K, og i ſamme alle diſſe Tyngder anſees ſom at være ophengte, da forholder ſig Trykningen imod F til Trykningen imod G i forkeert Forhold af FK til GK §. 66, imidlertid at begge Punkterne F og G bære, ſom af ſig ſelv let ſees, den hele Sum af de i K anhengte Tyngder.

§. 142.

Ligeledes Panderne i vertikale.

* Derſom (Taf. VI. Fig. 6.) Axlen ſtaaer vertikal, og hviler med Tapper udi Panderne E og F, imidlertid at Kræfter udi

A og

A og C perpendikulære paa AG og CH, staae i Ligevegt, og trykke efter horizontale Direktioner imod hverandre, da er det klart, at ligeledes Kræfternes Omveltning maatte skee, om Bevægelse skee skulde, omkring det Punkt D, hvilket da var at anse som det Tyngdes Center, i Henseende til hvilket at Punkterne E og F bleve trykte af Summen af Kræfterne i A og C, anlagte udi D. Thi i denne Tilfælde trykker Tyngden af den hele Axel og af de paa den hvilende Tyngder efter vertikal Direktion ned imod F, som alene maatte udstaae denne Pression af Tyngden, uden at det øverste Punkt E deraf havde noget at bære. Det Punkt D bestemmes ellers og som før i §. 141. deraf, at AGD og DCH ere ligedanne Triangler.

§. 143.

Underlagenes Trykning bestemmes, naar to vertikale Kræfter virke paa den samme Side af Axlen.

Hvad vi forhen have sagt om Pressionerne paa Vegtstængernes Hvile-Punkter kan altid henføres til Axlernes Pressioner af de Kræfter, som holde hverandre Ligevegt, og virke over Vegtstænger af Hiulene, som derfor maa henføres enten til Vegtstænger af første eller til de af andet Slags, efterdi Kræfterne enten virke paa imodsatte eller paa samme Sider af Axlerne til.

Man kan i denne sidste Henseende agte, naar nemlig Kræfterne virke efter imodsatte Direktioner (Taf. VI. Fig. 8.) paa den samme Side af en Axel AB, som ligger an i A og B, at de da paa samme Maade yttre deres Trykning, som over en Vegtstang af det andet Slags FDC, hvis Hvile-Punkt var i C, og at samme Punkt blev trykt med Forskiellen imellem begge Kræfterne udi D og F. Hvoraf man

man altid let bestemmer, hvad et hvert af Punkterne A og B haver at udstaae. Thi kaldes Trykningen i C, c; da bliver den i $B = c.\frac{CA}{BA}$, og den i $A = \frac{c.CB}{AB}$. §. 66.

§. 144.

Det samme, naar Kræfternes Direktioner ei ere vertikale, men dog i vertikale Planer

* De hidtil betragtede Tilfælde, da Axlen ansees som at blive trykt perpendikulær ned paa sine Underlag af Kræfter, der virke efter Vertikalen, ere de, som komme oftest for, og tillige de simpleste. Man kan foruden dem betragte en Mængde andre, som dog alle med hinanden kunde henføres til to Slags i Almindelighed. 1) Naar Kræfterne vel antages, som før, at virke i vertikale Planer perpendikulær paa det horizontale Plan, der gaaer saavel igiennem deres Direktioner, som igiennem Axlen, men enten en af dem eller begge trekke i en anden Direktion over dette vertikale Plan, end i Vertikalen selv. Eller og 2) naar Direktionen af Kræfterne falder i et andet, end i det vertikale Plan; da Axlen ei alene trykkes imod Underlagene, men faaer tillige en glidende Bevægelse hen over Underlagene. Det første Tilfælde er det letteste, og fortiener i sær at undersøges.

Er da (Taf. VI. Fig. 9.) AB en Axel, som ligger an udi A og B. Forestiller man sig det horizontale Plan, der gaaer igiennem Axlen og Kræfternes Direktioner ved Planet af det Papir, hvorpaa Figuren er trokken; videre to Kræfter i D og F saaledes, at Fo er vertikal, følgelig perpendikulær paa Planet af Figuren; at ydermere Planet DKGI er vertikal, følgelig ligeledes perpendikulær paa Planet af Figuren, og at i dette Plan en Kraft som DG trek-

ker efter den Direktion DG. Saa følger, at DG kan opløses i den vertikale Kraft DI, og i den horizontale DK. Følgelig bestemmes og som før §. 141. 143, hvad Vertikal-Trykning at Underlagene A og B udstaae af Kræfterne DI og Fo. Af den Kraft efter KD trykkes derimod Axlen AB paa Siden, og de adskillige Trykninger, som i denne Henseende Kraften efter DK foraarsager udi A og B, bestemmes let af Vegtstangens Natur, fordi de to Kræfter i A og B skulde staae udi Ligevegt med den tredie KD efter parallele Direktioner perpendikulær paa AB. Trykningen i A efter AN parallel PK, bliver derfor $\frac{KD.PB}{AB}$, og den i B $= \frac{KD.AP}{AB}$.

Ansees derfor atter igien det Plan ANML som vertikal, og i samme tages den horizontale Kraft AN perpendikulær paa AB, saa stor som $\frac{KD.PB}{AB}$, og den Vertikale AL saa stor som den, de vertikale Kræfter udi D og F foraarsage udi A, og Parallelogrammet MNAL fyldestgieres, da bliver AM saavel Størrelsen som Direktionen af den Kraft, der trykker Underlaget udi A. Og paa samme Maade findes Direktionen og Størrelsen af Kraften BQ udi B. (*).

§. 145.

Lastens og Kraftens almindelige Forhold over en Tridse bestemmes.

Efter Hiulene ville vi tage Tridserne under Betragtning. Er da (Taf. VI. Fig. 12.) ABG en Tridse los eller fast, og Kræfterne trekke efter de Direktioner AE og BE, da

(*) Man kan her videre efterslaae *Principes sur le Mouvement & l'Equilibre* de Mr. Trabaud. I. Traité. Liv. IV. Chap. I. §. 185. o. f.

da er det klart, at den tredie Kraft, som maa holde imod efter den Direktion ECD, der gaaer igiennem Centret, maa dele Vinklen AEB udi to lige store Dele, fordi Tangenterne AE og EB fra det samme Punkt E uden for Cirklen altid ere lige store. Følgelig deler Direktionen af den tredie Kraft efter FC, som vi antage at staae i Ligevegt med de to andre efter EA og EB, den Vinkel AEB udi to lige Dele.

Derfor forholde sig EA:ED som Sin. AED (=ADE) :Sinus AEB, eller som Sinus af den halve Vinkel, begge Kræfternes Direktioner giøre med hverandre; til Sinus af denne Vinkel. (*)

§. 146.

(*) Man pleier og at tilkiendegive Lastens Forhold til Kraften i løse Tridser ved denne Regel, at Lasten forholder sig til den ene af Kræfterne, som to Gange Tangenten af den Vinkel, hvilken Kraftens Direktion giør med Horizonten til Sekanten af samme Vinkel; som Fig. 12, to Gange Tangenten af o til samme Vinkels Sekant.

Men at denne Regel er i intet adskillig fra vores Forhengivne, seer man strax ved at iagttage, at naar Sinus til den enkelte Vinkel AEC = s; men dens Cosinus = c. Da er Sinus af den dobbelte Vinkel, (som man veed af Trigonometrien) = $2sc$; og følgelig Lasten til Kraften = $2sc : s = 2c : 1$, som den dobbelte Cosinus til Sinus totus, thi denne sidste er her antaget = 1.

§. 146.

Deraf sluttes:

Det samme i de fornemmeste enkelte Tilfælde.

1) At i de faste Tridser Lasten og Kraften, som staae i Ligevegt med hverandre, altid maae være lige store, fordi de forestilles ved Tangenterne AE og EB, hvilke ere bestandig lige store, i hvorledes end Direktionerne forandres.

2) I de løse Tridser derimod forandres idelig Forholden af Lasten og Kraften, eftersom Direktionerne selv under sig ere foranderlige til, fordi Kraften forestilles ved EA eller EB, og Lasten ved ED. Da derfor ED forholder sig til EA, som Sinus AEB : Sinus $\frac{1}{2}$AEB, saa følger

a) At jo stumpere Vinklen AEB bliver, desto større bliver og Kraftens Forhold imod Lasten, fordi da Sinus af den halve Vinkel bliver i Forhold større end Sinus af den hele Vinkel.

b) Saaledes, om Vinklen AEB blev 120°, bleve Last og Kraft lige store, fordi Sinus 120° og Sinus 60° ere lige store.

c) Bliver Vinklen AEB større end 120°, bliver Lasten mindre end Kraften, fordi Sinus for Ex. af 121° er den samme som Sinus 59°, og Sinus af den halve Vinkel blev Sinus 60° 30′, som er større o. s. v.

d) Bli-

Men man veed ligeledes af Trigonometrien, at Sinus totus forholder sig til Cosinus som Secans anguli Complementi til Tangentem anguli Complimenti, eller som Sekans o : Tang. o. Følgelig forholder sig og Lasten til Kraften som 2 Tang. o : Sekans o.

d) Bliver Vinklen AEB mindre end 120°, bliver Kraften altid mindre end Lasten, og det immer meer og meer, saa længe til Vinklen AEB bliver meget liden, da Sinus af den enkelte Vinkel altid er det halve af Sinus af den dobbelte Vinkel. Derfor bliver Kraften da ikke uden det halve af Lasten, hvilket er den mindste Kraft, man kan anvende, for at holde Ligevegt med Lasten over en Tridse, fordi Vinklen AEB ikke kan blive mindre end 0.

e) Men da i dette Tilfælde Direktionerne af Last og Kraft ere parallele, saa sees, at denne Stilning i Lastens og Kraftens Direktioner over en Tridse er den allerfordeelagtigste.

f) Saafremt derimod at Vinklen AEB er paa sit største = 180°, da er dens Sinus = 0 og Sinus af dens halve Deel = 1, altsaa er i dette Tilfælde Lasten til Kraften som 0 : 1, eller Kraften = $\frac{1}{0}$, hvoraf sees, at en uendelig Kraft i det behoves, for at holde en liden Tyngde.

§. 147.

Hvad Centrets Trykning i *c* angaaer, da seer man ligeledes, at siden den altid er som ED i de enkelte Tridser, da følger; at jo stumpere Vinklen AEB er, desto mindre er den, og slet intet, om Vinklen AEB = 180°. Jo mindre derimod Vinklen AEB er, desto større er dets Pression, og størst, naar Vinklen AEB er meget liden eller = 0. Det samme kan agtes i samme Henseende i Hiulene. Saa og Centrets Trykning.

§. 148.

Tridsens Sammenligning med Vegtstangen.

Man kan bevise det forrige, dersom man i Bevægelsen for et hvert Øieblik anseer Tridsen som en Vegtstang af første Slags, om den er fast; af andet derimod, om den er bevægelig. Vi ville i sær see paa denne sidste Tilfælde, da man siden let selv slutter sig til Regelen af den anden paa samme Maade. Nemlig, er (Taf. VI. Fig. 13.) GAB en saadan Tridse, hvis Hvile-Punkt vi ville sætte at være udi B, da er §. 31. Lasten til Kraften = Perpendiklen AD : AF. Følgelig, naar EA ansees som Sinus totus, da forholder sig Lasten til Kraften som Sinus af den dobbelte Vinkel AEB til Sinus af den enkelte AEC, hvoraf igien, som for, alt det forrige flyder.

§. 149.

En anden Maade at tilkiendegive Lastens og Kraftens Forhold paa udi Tridserne.

* Man slutter deraf endnu videre, at om Halv-Diametrerne CA og CB trekkes tilligemed Strengen AB, og AD perpendikulær paa EB; da siden Vinklen DAB = ABC, fordi DA og BC ere parallele; = CAB, fordi ACB er et Triangel af to lige Sider; saa følger, at siden ved F og D desuden ere rette Vinkler, ere Trianglerne ACF og ADB ligedanne Triangler, følgelig og AD : AB = AF : AC, eller AD : AF = AB : AC. Men Forholden af AD : AF er den af Lasten til Kraften §. 145. Derfor er Lasten til Kraften som Strengen AB, der sammenføier begge Kræfters Rere-Punkter paa Tridsen til Tridsens Halv-Diameter.

Af denne sidste Tridsens og de paa den i Ligevegt staaende Kræfters Beskaffenhed kan ligeledes alt det samme sluttes, som vi desangaaende have sagt i det forrige.

Siette

Siette Forelæsning.

Om de sammensatte Tridse-Verker og om det skraaeliggende Bret.

§. 150.

Kraftens og Lastens Forhold til hverandre udi Tridse-Verker, naar alle Tridserne ere løse.

Efter at vi have undersøgt Egenskaberne af de simple Tridse-Verker, er der ingen meer Vanskelighed i at bestemmme Reglerne for de sammensatte, eller for de saa kaldte Polyspaster, hvilke under sig ere adskillige til, eftersom Tridserne paa adskillige Maader hestes i hinanden til.

Ere for Ex. alle Tridserne løse, som i ADEBC, Taf. VII. Fig. 2, da er Sin. DEB : Sin. $\frac{1}{2}$DEB, som Lasten t til Kraften, hvormed Snoren DEB spendes. Kraften er derfor $= \frac{\text{Sin. } \frac{1}{2}\text{DEB}}{\text{Sin. DEB}} . t$. §. 146. Denne Kraft bor igien ansees som en Last, anhengt ved Tridsen B, da man paa nye faaer Sin. ABC : Sin. $\frac{1}{2}$ABC $= \frac{\text{Sin. } \frac{1}{2}\text{DEB}}{\text{Sin. DEB}} . t : \frac{\text{Sin. } \frac{1}{2}\text{DEB. Sin. } \frac{1}{2}\text{ABC}}{\text{Sin. DEB. Sin. ABC}} t$, som er Kraftens Værdie efter BC.

Folgelig forholder sig Kraften til Lasten = Sin. $\frac{1}{2}$DEB. Sin. $\frac{1}{2}$ABC : Sin. DEB. Sin. ABC. Og ligeledes altid, i hvor mange

mange Tridser man end haver paa denne Maade sammensatte i Tridse-Verket; i sammensat Forhold af alle de hele Vinkler, som Strikkerne giore med hverandre deres Sinus, til samme halve Vinkler deres Sinus.

§. 151.

Saafremt derfor, at (Taf. VI. Fig. 5.) Linierne AB og BC, DE og EF o. s. v. ere parallele, blive Sinus af de halve Vinkler det halve af Sinus af de hele Vinkler, følgelig kan man i denne sidste Tilfælde altid finde Kraften K, ved at multiplicere Lasten med den Forhold af 1 : 2, saa mange gange sammensat, som man haver løse Tridser til. Saaledes i Fig. 5. om Lasten er 16, er Kraften 1. Men i de andre Tilfælde, da Linierne AB og BC, o. s. v. ei ere parallele, maa den almindelige Regel følges. Hvad ellers det her anforte Tilfælde af parallele Strikker angaaer, da oplöses det strax og umiddelbar af §. 23. 2, at nemlig ved enhver af de løse Tridser vindes i Henseende til Kraften det halve.

§. 152.

Udregning af Tridse-Verker med faste og løse Tridser tillige, som alle ere fattede med en i et fortlobende Snor, og først i det Tilfælde, da overalt Strikken löber parallel med sig selv.

Ere Tridserne til deels løse og til deels faste, men dog alle fattede med en i et fortlobende Snor, da kan man indrette Tridse-Machinerne paa en Mængde af adskillige Maader, men de forstaaes dog mestendeels let alle af de Princips, som vi her have anfort. For at gaae fra det lettere til det vanskeligere, vilde vi forst foretage os, at forklare de Indretninger af Tridse-Verker, som komme mest for i Brugen,

Brugen, de nemlig, i hvilke Strikkerne løbe parallele, thi disse Tilfælde ere de simpleste af alle, da man strax i dem seer, hvad de Veie ere, hvilke Lasten og Kraften igiennemløbe udi samme Tid, hvoraf begges Forhold udi Ligevegten kan uden mindste Moie sluttes.

§. 153.

De saa kaldte Polyspaster, som sees Taf. VII. Fig. 3 og Fig. 4, ere nogle med af de betydeligste Tridse-Verker. I dem ere to Blokke med Tridser, en fast og en los, hvilken sidste hæves og loftes op efter, tilligemed Byrden. Men det, som gior Hoved-Forskiellen imellem disse Tridse-Verker, kommer an paa Maaden, hvorledes Snoren løber omkring samtlig Tridserne, hvad heller nemlig, at den, som i Fig. 3. er i *a* fæstet fast i den underste Blok, eller som i Fig. 4. i den overste, eller i Blokken af de faste Tridser. I begge Tilfælde kan man bestemme Forholden af Lasten til Kraften udi Ligevegten, ved at dividere Lasten med de Strikkers Antal, som tillige med Lasten maa stige. Disse ere saaledes 3 i Fig. 3; 4 i Fig. 4. At denne Regel i begge Tilfælde er almindelig, seer man let deraf, at Strikken er i *a* og *b*, og saaledes overalt, lige stærk spændt; og at, om Lasten skal stige en Fod, maa hver af disse Strikker forkortes om 1′. Men Kraften falder om saa mange Fodder, som samtlig disse Strikker forkortes.

§. 154.

Vil man derimod af de løse Tridsers Antal slutte sig til Forholden imellem Lasten og Kraften, da maa de ovenmeldte tvende Tilfælde vel skilles fra hverandre. Thi om Snoren er heftet ved Blokken af de løse Tridser, og Antallet af de løse Tridser kaldes N, da er Lasten til Kraften $= 2N + 1 : 1$. Saa om man i dette Tilfælde ikke haver uden en los Tridse, er Lasten til Kraften $= 3 : 1$. Thi i Machinen ere da tre bevægelige Strikker, som stige med Tyngden, see Fig. 3. Ere de løse Tridser 2, forholde sig Lasten til Kraften $= 5 : 1$. o. s. v.

Saafremt derimod, at Snoren er anhengt ved Blokken af de faste Tridser, da sees ligeledes af §. 153, at Lasten forholder sig til Kraften $= 2N : 1$. Thi de Strikkers Antal, som stige med Tyngden, er da $= 2N$.

§. 155.

Da i disse Tridse-Verker Tridserne sidde over hverandre, saa de tage efter Høiden meget Rum op, og desuden om Strikkerne skulle være parallele, Halv-Diametrerne idelig maa voxe i den Forhold af 1 : 2, som i Fig. 3 og 4, saa haver man en endnu mageligere Maade at sætte Tridserne i en Blok sammen paa, som sees Fig. 6, hvor saavel de faste Tridser oven, som de løse neden, sidde jevnsides hos hverandre; hvilket man let seer af Machinen, da man i Tegningen seer 6 Strikker, som tillige forkortes i det Tyngden stiger, derfor bliver $K = \frac{T}{6}$.

§. 156.

§. 156.

Disse sidste Tridse-Verker kunne og gjores som i Taf. VII. Fig. 5, hvor de overste Tridser ere faste, de nederste lose. I *t* henger Tyngden, og man maa agte, at den bor henge fast i Midten, om Machinen skal ei henge meer til en Side end til den anden, hvorfor dette Tridse-Verk heller ikke just er det begvemmeste. Fra *a* over *b* til *c* o. s. v., som Figuren viser, gaaer en idelig lobende Strikke, i hvis Ende i K en Tyngde henger, hvilken staaer i Ligevegt med Tyngden *t*. Man maa vel agte, at samtlig Strikkerne lobe parallele med hverandre.

Da om Tyngden *t* skal stige en Fod, samtlig Strikkerne *ab*, *bc* maa forkortes hver om en Fod, saa folger; at Kraften i K maa falde 6 Gange stærkere, end Lasten i *t* stiger, folgelig behoves ikke i K uden $\frac{1}{6}t$, for at holde Ligevegt mod Lasten. Samtlig disse Tridse-Verkers Udregninger ere saaledes hoist simple.

§. 157.

* Ere Strikkerne ei parallele, kan man, som det sees af §. 145, paa adskillige Maader bestemme Forholden imellem Kraften og Lasten, men vi ville her betiene os af den Maade, som i Brugen er den letteste, og hvortil Grunden er bleven lagt i §. 149, da man atter igien bor skille, som for, to Hoved-Tilfælde fra hverandre: Den ene, naar Strikken, som gaaer omkring samtlig Tridserne, er hefted an ved den faste Tridse-Blok, som i Taf. VI. Fig.

11. Den anden, naar Strikken er hæftet ved Blokken af de bevægelige Tridser, som i Fig. 10.

Forud er det tienligt at overlegge Strikkernes og Centrernes Pressioner. Hvad da Strikkernes Pression angaaer, seer man let, at den overalt bliver lige stor, saa at, naar man haver bestemt, hvor stor Kraften er udi K, veed man tillige, med hvad Kraft Strikken er spendt udi alle sine Punkter, thi Ligevegten af alle Delene i Machinen udkræver nødvendig, at den Kraft, som strekker eller som spender Strikken, maa udi alle dennes Dele være den samme.

§. 158.

Centrets Trykning i enhver af Tridserne bestemmes.

* Hvad derimod Centrets Trykning angaaer i enhver af Tridserne, da maa man agte, at, endskiønt Strikken i alle Punkter, som K, *a*, *d*, spendes lige stærk, er dog Centrets Trykning i enhver af deslige Tridse-Verker, som de Fig. 10 og 11, ikke i alle Tridserne den samme, thi man haver seet af §. 149, at den Kraft, som trykker Centret, forholder sig til den, der spender Strikken, som Chorda til Halv-Diametern, hvoraf flyder

1) At fordi Strikken er overalt spendt med den Kraft K; om da Centrets Trykning i Tridsen *c* kaldes T', i Tridsen *e* T''; bliver $K : T' = ac : ab$, og i Tridsen *e* er $K : T'' = de : df$. Følgelig bliver Centrets Trykning i Tridserne ikke lige stor, med mindre at *acb* og *def* ere ligedanne Triangler, thi da er $\frac{ac}{ab} = \frac{de}{df}$. Følgelig og $\frac{K}{T'} = \frac{K}{T''}$.

2) Ere

2) Ere Strikkerne parallele, da bliver $\frac{K}{T} = \frac{1}{2}$, saa at derfor i denne Tilfælde ei alene Trykningen paa samtlig Centrer er lige stor, men endog paa enhver af dem dobbelt af den Kraft, som spender Strikken.

3) Derimod seer man, at i alle andre Tilfælde, naar *cab* og *def* ei ere ligedanne Triangler, Centrets Trykning i Tridserne *c* og *e* ere adskillige.

§. 159.

* Dette forudsat, da, om Strikken hefter ved de faste Tridsers Blok, som i Fig. 11 udi *g*, er det klart, at den hele Trykning af Tyngden T beløber sig til hvad Centret *c* bær og hvad Centret *e* bær, thi om T virkelig faldt, bleve disse to Centrer alene drevne ned efter. Da nu $K : T' = ac : ab$ bliver $T' = \frac{K.ab}{ac}$, ligeledes $T'' = \frac{K.df}{de}$, følgelig bliver

$$\frac{K.ab}{ac} + \frac{K.df}{de} = T, \text{ eller og}$$

$$K.ab.de + K.ac.df = T.ac.de.$$

Saa $T : K = (ab.de + ac.df) : ac.de$, det er: At Lasten forholder sig til Kraften, som Summen af det, der kommer ud, naar man multiplicerer i en hver Tridse for sig Chorda, som *df* eller *ab*, med alle Halv-Diametrerne af de andre Tridser, til det, der kommer ud, naar samtlig Halv-Diametrerne af alle Tridserne multipliceres med hinanden.

§. 160.

* Hefter derimod Strikken ved Blokken af de løse Tridser, som i Fig. 10. Da er Pressionen af Tyngden T deelt over det Punkt *t* over Centret *c* og Centret *e*, thi falder Tyngden T, trekkes de alle ned efter. Da nu Strikken er overalt lige stærk spendt, saa er og den Deel af Tyngden, der hviler paa det Punkt $t = K$, og saaledes

$$K + \frac{K.ab}{ac} + \frac{K.df}{de} = T, \text{ eller og}$$

$$K.ac.de + K.ab.de + K.ac.df = T.ac.ae,$$

$$\text{og } T : K = (ac.de + ab.de + ac.df) : ac.de.$$

Man seer strax, hvorledes de forhen givne Regler for parallele Strikker heraf flyde.

§. 161.

Udregning af Tridse-Verker, der til Deels ere som de sidstomtalte, deels, som de, der hynge i hverandre ved flere Strikker.

* Bliver man ved at slutte paa samme Maade, da seer man strax, hvorledes en Art af Tridse-Verker kan udregnes, som forevises Taf. VII. Fig. 7, og hvor flere Strikker anvendes for at udgiøre det hele Tridse-Verk. Nemlig *cend* K er en gemeen Polyspast, en saadan, som den, der forhen er bleven forestillet udi Fig. 3, hvor Strikken hefter fast ved den underste Tridse-Blok. J *f* henger denne saaledes indrettede Polyspast i en Strikke, som gaaer omkring den faste Tridse *a*, og med den anden Ende *a* hefter ligeledes fast ved den løse Tridse-Blok udi *c*. Saaledes maa Tridsen *a* bære den hele Tyngde T i *t* og Kraften K, naar nemlig alt staaer i Ligevegt. Men den parallele Strikkes *fc* Spendning er det halve af Centrets Pression udi Tridsen *a*, følgelig bliver Strikkens *fc* Spending $= \frac{T+K}{2}$, og med denne Kraft holdes det Punkt *c* op efter af Strikken *fc*.

Da

Da nu Tyngden maa være saa stor som den Kraft, der holder det Punkt *c* efter *cf*, og desuden saa stor som Kraften K, og Pressionen af Centret *n*; men Pressionen af Centret *n* er 2K, saa bliver

$$T = \frac{T+K}{2} + 2K + K = 3\tfrac{1}{2}K + \frac{T}{2}, \text{ og derfor } \frac{T}{7} = K.$$

§. 162.

* Paa samme Maade kunde alle deslige Tridse-Verker udregnes, som om i Polyspasten vare to løse Tridser, da blev $K = \frac{T}{9}$. I Almindelighed kan man udregne alle disse Tridse-Verker, som Polyspaster, til hvis løse Tridse-Blok at Strikkerne ere hæftede, og i hvilken ere saa mange løse Tridser, som alle de tilsammen tagne, hvoraf Polyspasten *ced* bestaaer.

§. 163.

* Foruden Tridse-Machinerne kunne endnu Tyngderne holdes ved simple Strikker, saaledes som i Taf. VII. Fig. 8. Er GHI en saadan Tyngde, da maa igiennem dens Tyngdes Centers vertikale Direktion BC den hele Last virke imod, som skal holdes af de to Kræfter, der trekke over samme Plan efter EAC og FDC. Skal Ligevegt holdes med Tyngden i C, maa nødvendig denne sidstes vertikale Direktion blive Diagonal-Kraften, imidlertid at CA og CD ere at anse som Side-Kræfter, saa at deres Direktioner derfor maa falde ind i det samme Punkt i Linien BC. Saafremt derfor at man fyldestgier Parallelogrammet paa før sagte Maade, saa BC Diagonal Kraften forestiller den hele Tyngde, der bæres; AC og CD derimod de efter disse Direktioner trekkende Kræfter: Da, fordi Vinklen

Ligevegtens Beskaffenhed i andre Strikke-Machiner.

len BAE = DCE, er BC Sinus af den Vinkel, som Direktions-Linierne AC og DC giøre med hverandre i Tyngdens Center C, BA derimod er som Sinus ACB, og BD som Sinus BCD.

Følgelig forholder sig den hele Last til en af Kræfterne, som Sinus af begge Kræfternes Direktions-Vinkel til Sinus af den Vinkel, hvilken Direktionen af Tyngden giør med den anden af Side-Kræfterne.

Er EcD = 180°, da er Lasten til Kraften = Sin. 180°: Sin. 90° = 0 : 1. Følgelig bliver Kraften uendelig stor, før den kan bære en horizontal Last.

§. 164.

Kræfternes Beskaffenhed over det inklinerte Plan vises udførlig.

Dersom en Tyngde (Taf. VII. Fig. 9.) trekkes af en Kraft efter Hc over det skraaeliggende Bret MG, imidlertid at den selv tynger i den vertikale Direktion cD ned efter imod Horizonten GI, og denne Tyngde skal holde Kraften efter CH Ligevegt, da er det nødvendigt, at det skraaeliggende Brets Modstand udi F, maa blive Diagonal-Kraften udi Kræfternes Parallelogram EcDF saaledes trokken, at siden Brettets Modstand altid skeer efter Perpendiklen, Diagonal-Kraftens Direktion cF maa være perpendikulær paa Brettet. Hvoraf sees, at Perpendiklen cF maa altid falde over det Punkt af Legemet, som rører Planet, og fra samme løbe fort til det Punkt c, hvor Kraftens Direktion Hc støder sammen med den vertikale Direktion af Tyngden cD. Og da samtlig disse Betingninger i de Spheriske Legemer alene passe sig paa Centret, saa maa i Spheriske

riske Legemer Kraftens Direktion nødvendig gaae igiennem Centret.

§. 165.

Følgelig om fra det Punkt F kastes ned paa *c*D og *c*E de to Perpendikler F*a* og F*b*, da veed man af §. 68. Mek. Forel., at Kræfterne efter *c*E og *c*D forholde sig som *a*F og *b*F, hvoraf videre flyder denne Hoved-Regel for de over et skraaeliggende Bret i Ligevegt staaende Tyngder.

At saa tidt, som Kraften efter *c*H skal staae i Ligevegt med Lasten efter *c*D, maa den første forholde sig til denne sidste som Sinus af den Vinkel, Tyngdens Direktion gior med Perpendiklen, som kastes ned paa Basis af Legemet og Brettet tillige fra det Punkt, hvor begge Direktionerne af Kraft og Last stode sammen, til Sinus af den Vinkel, som Kraftens Direktions-Linie gior med samme Perpendikel. Thi naar Centret tages i *c*, er *c*F felles Sinus totus.

§. 166.

Deraf følger videre,

1) At saa tidt, som Kraftens Direktions-Linie P*c* er parallel Planet GM, bliver P*c*F = *c*FM en ret Vinkel. *c*F*e* = F*ca* = MGI; følgelig forholder sig F*b* = CF som Sinus totus, og Kraften i C*e* som Sinus MGI; eller Lasten til den med samme i Ligevegt staaende Kraft som den hele Sinus til Sinus af Planets Forhøinings-Vinkel. §. 165. 1) Naar Kraftens Direktion er parallel Planet.

2) Da i Trianglet MGI, hvor GI forestiller Horizontalen og MI Vertikalen, MG er til MI som den hele Sinus til Sinus af Planets Forhoinings-Vinkel, saa sees, hvad vi forhen §. 21. allerede have sagt; at saa tidt, som Kraften trekker parallel med Planets Direktion, forholder sig Lasten til Kraften som Planets Længde til Planets Høide.

§. 167.

2) Naar den er parallel med Grund-Linien af Planet.

Saafremt derimod, at Kraften trekker parallel med Planets eller Brettets Grund-Linie, som i Taf. VII. Fig. 10, hvor Kraftens Direktion er ED parallel GI, og Lastens EH parallel MI, EF Perpendiklen: bliver HFG = MGI = HEF. Folgelig, da ved H og I ere rette Vinkler, bliver HFE eller DEF = GMI. Hvoraf sees; At, da Kraften forholder sig til Lasten §. 165 som Sinus HEF til Sinus DEF, saa er Kraften og til Lasten som Sinus MGI til Sinus GMI, eller som Planets Høide til Planets Grund-Linie.

§. 168.

Den fordeelagtigste Stilning af Kraften er den, da den er parallel Planet.

Videre sluttes; at i den Tilfælde, da Kraftens Direktion er parallel Planet, anvendes den mindste Kraft, som anvendes kan over et skraaeliggende Bret, for at holde Ligevegt med Tyngden. Saa denne Stilning af Kraften er af alle den fordeelagtigste.

Thi om man forestiller sig udi Fig. 9 *c*H som at rulle om det Punkt *c*, imidlertid at Direktionen *c*D bliver bestandig, da bliver Lasten, som overvindes ved den samme Kraft,

Kraft, bestandig som Sinus HcF. Folgelig, naar denne Sinus er storst, gior den samme Kraft sin storste Virkning; men dette skeer, naar HcF = 90°, eller naar Hc er som Pc parallel Planet; folgelig er og da Kraften i sin storste Virkning.

§. 169.

Kræfternes Forhold vises i det Tilfælde, da Kraften er inklinert imod Planet.

Dersom Direktionen af Kraften boier sig ned imod Planet, da bliver Fig. 9 FcH mindre end en ret Vinkel, og folgelig jo mindre den bliver, desto mindre bliver og dens Sinus; saa den Last, der kan holdes af samme Kraft, maa idelig formindskes, om ellers Ligevegt skal kunde finde Sted imellem Lasten og Kraften. Forudsat, at denne sidste bliver idelig den samme.

Bliver endelig Vinklen FcH = 0, bliver den Last, Kraften kan holde, og = 0, eller Kraften til Lasten = 1 : 0, det er; for at holde en Tyngde over det skraaeliggende Bret, i en Direktion perpendikulær paa Brettet, behoves en uendelig Kraft. Det samme sees i Almindelighed i alle deslige Tilfælde af §. 67. Mekan. Forel.

§. 170.

Bliver derimod Vinklen FcH storre end en ret Vinkel, da siden Sinus, alt som Vinklerne blive stumpere, blive mindre, saa bliver og Lasten i denne Tilfælde idelig mindre imod Kraften, indtil at FcH = 180°, da Sinus af Vinklen FcH bliver 0, og derfor i denne perpendikulære Direktion Kraften imod Lasten som 1 : 0. See og §. 67. Mek. Forel.

Siden, om Direktionen af Kraften ligger imellem N og F, driver den Tyngden ned efter Planet, om den trekker ned efter det. Saafremt derimod at den antages, at drive op efter, er det samme Tilfælde, som vi have betragtet i det forrige under ligedanne Direktioner.

§. 171.

Nærmere Anmerkninger, over den Tilfælde, da Kraftens Direktion er parallel Planet.

I den Tilfælde, da Kraften trekker parallel med Planet, kan endnu videre agtes.

1) At saa tidt som Brettets Forhoinings-Vinkel er 30°, bliver Kraften den halve Deel af Lasten. §. 166. Den maa siden idelig tages større til samme Last, indtil Forhoinings-Vinklen bliver 90°, da Kraft og Last ere lige store.

2) Saafremt derimod at Forhoinings-Vinklen falder under 30°, bliver og Kraften, alt som Vinklen formindskes til, mindre end den halve Deel af Lasten; indtil at endelig, naar Forhoinings-Vinklen taber sig ganske i Horizontalen, Kraften bliver $=0$. Saa man seer

3) At over et Horizontal-Bret behoves aldeles ingen Kraft, for at bevæge den allerstørste Inertie, siden Tyngden, som virker perpendikulær paa Brettet, aldeles ikke staaer den Kraft imod, der trekker hen efter Brettet. §. 67. Mek. For.

§. 172.

§. 172.

Ligeledes om Kraften holder imod Tyngden over et skraaeliggende Bret, efter en Direktion, som er horizontal eller parallel med dets Grund-Linie, da bliver §. 167. Ligeledes over den, da Kraften trekker parallel Basis.

1) Om Forhoinings-Vinklen er 45°, Kraften ligesaa stor som Lasten.

2) Er Forhoinings-Vinklen større end 45°, da bliver Kraften idelig større end Lasten, alt som Vinklen voxer; indtil endelig at Forhoiningen blev 90°, da Forholden af Sinus til Cosinus, følgelig og af Kraft til Last blev = 1 : 0, saa Kraften da maatte være uendelig stor, for at holde Lasten.

3) Bliver derimod Forhoinings-Vinklen under 45°, da bliver Kraften idelig mindre end Lasten, indtil at den endelig, naar Brettet bliver horizontal, bliver til Lasten som 0 : 1, saa man, for at holde en uendelig stor Tyngde over et horizontal Bret, atter igien seer, at ingen Kraft behoves.

§. 173.

* Aarsagen til alle disse Forandringer, forstaaer man let, ligger deri, at Brettets Modstand imod Tyngden hielper den arbeidende Kraft snart meer, snart mindre i at staae Tyngden imod: Thi kaster man Øinene paa Fig. 9, da seer man snart, at Planets Trykning er som Perpendiklen cF, og i Parallelogrammet $ceFD$ til Lasten, der er som cD, som Sinus af den Vinkel, Lastens og Kraftens Direk- Planets Trykning og Modstand bestemmes.

tions-Linier giøre med hverandre til Sinus af den Vinkel, som Kraftens Direktions-Linie gior med Perpendiklen paa Brettet cF.

Og ligeledes forholder sig Brettets hele Trykning til Kraften, som den foromtalte Sinus af Vinklen, hvilken Kraftens og Lastens Direktions-Linier giøre med hverandre til Sinus af den Vinkel acF, som Lastens Direktions-Linie gior med Perpendiklen cF.

§. 174.

For hvor vidt den foraarsages af Lasten.

* Deraf sees videre

At deels Lasten, deels Kraften, eftersom Kraftens Direktioner ere adskillige til, giøre hver sit i Henseende til Planets Trykning. Thi hvad Tyngdens Trykning paa Brettet angaaer, da bestemmes samme let ved at agte, at sammes Drive-Linie eller Direktion altid er vertikal. Saafremt derfor at den forestilles (Taf. VII. Fig. 11.) i Størrelse ved CD og opløses i de to andre CE perpendikulær paa Planet, og FC efter Planets Direktion, da trykkes altid Brettet af Tyngden med en Kraft, som CE, der altid forholder sig til den hele Tyngde efter Vertikalen CD, som Brettets Grund-Linie til Brettets Længde, fordi CDE og MGI altid ere ligedanne Triangler, hvoraf videre sluttes.

1) At Brettets Trykning af Tyngden er intet, om det er vertikal; thi da bliver GM uendelig stor imod GI. Men begynder det at dale imod Horizonten GI, saa

2) voxer dets Trykning siden bestandig, for saa vidt den ansees som at komme af Tyngden alene, indtil Brettet bliver horizontal, da det trykkes af den hele Tyngde, siden Forholden af Planets Længde til dets Grund-Linie, da er den af 1 : 1.

§. 175.

§. 175.

* Man seer deraf videre, at en Kraft, som trekker parallel med Brettet, trykker Tyngden aldeles ikke ind imod det, men at ved samme alene efter Drive-Linien FK den Deel af Tyngden holdes, hvormed samme søger at glide eller at rulle ned efter Brettet.

§. 176.

* Saafremt derimod, at Kraftens Direktions-Linie falder som CN under Parallelen CK; da, om den opløses i de to CK og CE, som §. 174, er det klart, at den foraarsager en Pression imod Brettet, af Størrelse som CE, imidlertid at den selv er af Størrelse og Direktion som CN. Og ligeledes, for hvor vidt den foraarsages af Kraften.

Denne Kraft, som CE, bestemmes altid overmaade let af DE eller af den Straben, Tyngden virker med, for at glide ned efter Planet, thi det er klart, at i hvorledes end den Kraft CN er anlagt imod Tyngden, maa den altid i Ligevegten anvende en Kraft CK = DE = FC, for at hindre, at den ei glider ned efter Brettet, følgelig er CK bekiendt af CD og af Inklinations-Vinklen MGI.

Men CE forholder sig til NE (=KC) som Sinus af den Vinkel CNE, hvilken Kraftens Direktions-Linie giør med Planet, til samme Vinkels Cosinus.

§. 177.

* Deraf sees, 1) at jo spitsere Vinkel Kraftens Direktions-Linie giør med Planet, desto mindre trykkes Lasten af Kraften imod samme, saa at, som vi her have sagt §. 175, denne Trykning er intet, naar Kraftens Direktions-Linie er Brettet parallel.

2) Alt

2) Alt som Vinklen CNE bliver større, bliver Planets Pression af Kraften og større, indtil at under 90° Sinus af denne Vinkel er størst, da Kraftens Pression paa Brettet er størst, og saa stor, som den selv er.

3) Paa den anden Side af CE sees let, at Kraften hielper til at drive Tyngden ned efter Planet, langt fra at holde den paa det, saa længe til at Direktionen efter CF igien bliver ligeløbende med Brettet, da den driver Tyngden ned efter med sin hele Styrke. Men i Henseende til Brettets Trykning forholder sig endnu alt som før. Over Quart-Cirklen FR ere de samme Betragtninger at giøre, som over Quart-Cirklen FE, i Henseende til Tyngdens Drift af Kraften ned efter Planet, men langt fra at trykke Tyngden imod Planet, løfter den den op fra det.

§. 178.

* Over den Quart-Cirkel Rr skeer det sidste ligeledes. Kraften, langt fra at trykke ind imod Brettet, trekker Tyngden fra det, og formindsker saaledes den Pression, hvilken Lasten selv foraarsager paa Brettet. Thi saafremt at man paa samme Maade, som før, opløser Kraften, forestilt ved Co i tvende Side-Kræfter efter QC og CL, hvoraf den ene trekker efter CL, og følgelig holder Tyngden over Brettet, saa at samme ei falder; og i en QC, som er i Direktion af Perpendiklen CE, da er QC imodsat CE, og formindsker CE.

Man bestemmer CQ paa forrige Maade, thi oQ er her, som før, DE, og CoQ er den Vinkel, hvilken Kraftens Direktions-Linie gier med Brettet.

§. 179.

§. 179.

* Af det ovensagte følger, at jo større Vinklen oDE bliver, desto større bliver QC; fordi Sinus af den Vinkel, hvilken Kraftens Direktions-Linie gior med Planet, idelig bliver større, indtil at endelig Direktionen af Kraften Co falder over QC, da den letter med sin hele Styrke Tyngden fra Brettet, men da oQ=CL. =o i dette Tilfælde, saa sees let, at Kraften da ikke meer kan forhindre Tyngden i at falde.

§. 180.

* Iblant denne Mængde af Direktioner, som Kraften kan have, ville vi i sær betragte den, da Direktionen CN er parallel Grund-Linien af Brettet, eller ligeløbende med GI.

Planets Trykning er altid til den ene af Kræfterne, som Sinus af den Vinkel, hvilken begges Direktions-Linier giøre med hverandre, til Sinus af den Vinkel, som den anden af disse Kræfters Direktions-Linier gior med Perpendiklen paa Brettet, kastet ned fra det Punkt af, hvor begge Direktions-Linierne løbe sammen. §. 173. Og da videre den første af disse Vinkler HFD (Fig. 10.) er her en ret Vinkel, naar Tyngden er vertikal; den sidste derimod er enten HEF=MGI, eller EFH=GMI; saa sees, at i dette Tilfælde forholder sig.

1) Planets hele Trykning til Kasten, der til Deels hviler paa det, som Planets Længde til Planets Grund-Linie; eller, hvilket er det samme; som den hele Sinus til Cosinus af Brettets Forhøinings-Vinkel.

2) Ligeledes Planets hele Trykning til Kraften, som Planets Længde til Høiden; eller, hvilket er det samme, som den hele Sinus til Sinus af Planets Forhøinings-Vinkel.

§. 181.

Hvorledes to Plan trykkes af en Tyngde, som hviler paa dem begge tillige.

* Man kan til Slutning agte følgende Anmerkninger over det skraaeliggende Bret. Den ene er, at saa tidt, som (Taf. VII. Fig. 12.) en Tyngde *c* hviler over to skraaeliggende Bretter AG og GB, da siden Tyngden virker efter den vertikale Direktion *cd*, imidlertid at Brettet AG staaer imod efter den Perpendikel *cf*, og Brettet BG efter den Perpendikel *ce*, da, om Tyngden forestilles ved *cd*; og *fd*, *de* trekkes ligelobende med *ce*, *cf*, da bliver *cfde* Kræfternes Parallelogram, hvoraf sees, at *cf* forholder sig som Sinus *dce*, og *ce* som Sinus *fcd*. Følgelig

Saa tidt som en Tyngde hviler over to skraaeliggende Bretter, forholder sig disse Bretter deres Pression forkeert viis som Sinus af de Vinkler, hvilke de fra et Punkt i Vertikalen paa dem nedkastede Perpendikler giøre med Vertikalen.

§. 182.

To Tyngders Forhold, som holde hverandre Ligevegt over to skraaeliggende Planer.

* Det andet sees ligesaa let; at nemlig, saa tidt som to Tyngder holde hinanden Ligevegt over to skraaeliggende Bret af samme Høide, som Taf. VIII. Fig. 1, da maa Tyngden T forholde sig til Tyngden *t* som Længden af Planet AB til Længden af Planet BD.

Thi

Thi den Kraft i B, som kan holde Ligevegt med Tyngden T $= \frac{CB}{BA}T$, og ligeledes med $t = \frac{BC}{BD}t$, saa at derfor, siden Ligevegt skal være $\frac{BC}{BA}T = \frac{BC}{BD}t$, eller $BD.T = BA.t$, og derfor igien $T:t = BA:BD$.

§. 183.

Det inklinerte Plan sammenlignes med Vegtstangen.

Vil man ansee de over et skraaeliggende Plan udi Ligevegt staaende Kræfter, som om de virkede over en Vegtstang, da kan man deraf ligeledes vise alt, hvad vi i det foregaaende have anfort, det er imidlertid nok, alene med et Par Ord at vise Maaden hvorledes.

Til den Ende behover man atter igien intet andet, end at kaste Øinene paa Fig. 9. Taf. VII., hvor Kraftens Direktion er CH, Lastens CD. Anseer man Perpendiklen CF som en Vegtstang, hvis Hvile-Punkt er i F, da forholde sig de i Ligevegt staaende Kræfter, hvis Direktioner ere CH og CD, forkeert som Perpendiklerne fra Hvile-Punktet paa Direktionerne F*b* og F*a*. §. 31 Hvilket er det samme, som vi i det foregaaende have beviist, og hvoraf vi siden have udledet alt det ovrige.

Syvende Forelæsning.

Om Vand-Maalningen.

§. 184.

Vand-Maalningens Fornødenhed i det Borgerlige.

Iblant de utallige mange Nytter, som det Borgerlige trekker af de geometriske mekaniske Opfindelser og Beviser er uimodsigelig Vand-Maalningen, eller den saa kaldte Nivellering, en med af de største. Den bestaaer i at finde, hvor meget et Punkt paa Jorden ligger høiere eller lavere over Jordens Center end et andet. For at indsee Nødvendigheden af de herhid hørende Afmaalninger, behøves intet andet, end simpel hen at overlegge, at Vandet naturlig viis altid flyder ned efter, saa man ei kan føre det fra et Sted til det andet, med mindre at dette sidste er lavere. Vand-Ledningen veed man er i tusinde Tilfælde noget med af det vigtigste og mest fornødne i det Borgerlige; men denne sidste kan umuelig ikke foretages, for Vand-Maalningen er giort, med mindre man vil staae Fare for at see store Bekostninger spildte, og mægtige Penge-Summer tidt og ofte unyttig tabte. Saa intet er lettere at indsee, end Fornødenheden af det, som vi her have foretaget os at afhandle.

§. 185.

§. 185.

Men før vi begynde med at tale om Vandmaalningen, bliver det allerførst nødvendigt at overlegge, hvorledes man i alle givne Tilfælde kan bestemme et skraaeliggende Brets Forhøinings-Vinkel over Horizonten. Og derfor allerførst see, hvoraf man kan vide, om en given Plan staaer horizontal, siden dette sidste alle Øieblik behøves i det Borgerlige.

De gemene Vatter-Passer forklares.

Til den Ende maa man forstaae Beskaffenheden af de saa kaldte Vatter-Passer. De giøres paa adskillige Maader. Man seer af dem Taf. VIII. Fig. 1. og 2. to adskillige Slags.

* 1) ABC (Taf. VIII. Fig. 2.) er et retvinklet Triangel, udi hvilket fra et Punkt N er trokken en Linie DN perpendikulær paa Grund-Linien CB, eller parallel AB. I D er et Hul, igiennem hvilket gaaer en Snor DK, i Enden af samme henger et Lod K. Størrelsen af den synlige Horizontal-Linie er meget liden i BC; den er ei adskillig fra den sande horizontale Linie; og DN eller Loddets naturlige Direktion perpendikulær paa CB maa være vertikal, naar CB er horizontal; saa at derfor, naar BC sættes over et Bret eller en Muur, eller hvad det er, og DK falder over DN, da er BC horizontal. §. 39. Mekan. Forel. Men man kan tillige agte, at Brettet altid bør være meget glat, saa Snoren ei hindres i sin Bevægelse af Rivningen paa Brettet; ei heller af Rivningen i D, saa den der henger bedre over en Messing-Spitse. Ligeledes og at man maa sætte Vatterpasset an tverts og langs paa et given Bret, og see, om i begge Stilninger DK falder over Perpendiklen DN, før man kan vide, om Brettet er horizontalt.

* 2) Man seer Taf. VIII. Fig. 3. det sædvanlige Haandverks-Folkenes Vatterpas. HGI er et Triangel af to lige Sider, fra hvis Spitse Perpendiklen paa Grund-Linien GK deler denne sidste i to lige store Dele. GK er en Snor med Lod, som før i Fig. 2. Man seer let, at saa tidt, som HI er horizontal, falder Snoren med Loddet over Perpendiklen GK, fordi Perpendiklen paa Grund-Linien af et Isoskel Triangel deler det i to lige Dele. Man kan endnu indrette deslige Vatter-Passer paa andre Maader, men deri er ingen videre Vanskelighed.

§. 186.

At finde et Plans Inklination i Grader ved dertil indrettede Vatter-Passer.

Indretter man et saadant Vatter-Pas, som f. Ex. det omtalte i Fig. 2, med en Cirkel-Bue NEF, hvis Center er D, inddeelt i Grader, halve og Quart-Grader (thi paa saa smaa Instrumenter kunne Inddeelninger i Minuter ei indrettes), da kan man ved det let maale et skraaeliggende Brets Forhoining over Horizonten.

Thi er Fig. 4. KG et saadant Bret, og paa samme sættes Vatterpasset BAC (KF forestiller Horizontalen, GF Vertikalen), da maa Loddet med Snoren falde efter den vertikale Direktion AH, som forlænget bliver paa KF perpendikulær i D. Folgelig, da ved H ere lige store Vinkler, saavel som ved D og B, saa bliver og Vinklen HKD=EAB. Da derfor Buen, Loddet E skier af, er Maalet til Vinklen EAB, er den og Maalet til Forhoinings-Vinklen FKG.

§. 187.

* Dette sidste giver os Anledning til følgende.

Der-

Dersom Bakker og Bierge gik efter en lige Linie i deres hele Strekning, kunde man ved det simple Vatter-Pas ligeledes bestemme deres Forhøinings-Vinkel, men da de altid ere ulige, saa betiener man sig bedre af en anden Maade, i sær, naar Bakkerne ere steile, for at finde saavel deres Høide som Grund-Linie, ved Hielp af et Slags Vatter-Passer, hvilke, i Henseende til Inddeelningen, ere meget adskillige fra de forrige, men til dette Brug høist bequemme (*), hvorfor vi og her ville kortelig beskrive det. AB er (Taf. VIII. Fig. 5.) en Stok af 10 eller 12 Fods Længde, som man selv vil, og efter Omstændighederne for got befinder. ECD1 et Quadrat, som kan legges an paa Stokken AB, hvor man vil; siden Skakningen bliver overalt den samme. ED er en Quadrant, (den kan og trekkes efter 1C) som inddeles efter de Deelnings-Punkter 1. 2. 3. 4. 5 o. s. v., hvilke tilkiendegive, at naar, som i Fig. 6, Linealen AB med Quadranten legges over en Bakke udi *ba*, og Linien CD med det i Enden spitse Lod, som bevæges villig omkring Centret ved C, falder for Ex. over Deelnings-Punktet 3, da er det et Tegn paa, at Høiden *ae* er 3 Fod over Horizontalen *eb*, o. s. v. Paa den anden Side af EC1D, Fig. 5, er en lige saadan bevægelig Linie med spitset Lod, som D, hvilken paa en ligedan trokken og ret inddeelt Quadrant viser, hvor mange Fødder (Fig. 6.) Grund-Linien *eb* er lang, som svarer til den Stilning af *ab*. Saa at man, for at finde Høiden og Grund-Liniens Længde af en Bakke A*dcb*, behøver alene, at legge AB med sin Quadrant 1) i *ba*, da Tallene paa begge Sider

Det samme i Henseende til Bakker og Bierge, og at finde deres Grund-Linie og Høide.

vise

(*) See og Leupolds *Theatrum horizontoſtaticum*.

vise Størrelsen af Høiden *ae* og Basis *eb*. 2) I *ca*, da man ligeledes finder *cf* og *fa*. 3) I *dc*, da man faaer *dg* og *gc*, o. s. v., hele Bakke-Siden op efter. Summen af Vertikalerne er hele Høiden AB af Bakken, og Summen af de horizontale Linier den hele Grund-Linie B*b*.

§. 188.

* Vil man geometrisk bestemme Tallene paa Quadranten, da behøves intet andet, end at forestille sig BA med Quadranten (Taf. VIII. Fig. 7.) lestet op over Horizonten BH saaledes, at Høiden AC er for Ex. 6 Fod. Da i Trianglet ABC af AB, AC og den rette Vinkel ved C, Vinklen ABC er given i Grader, dermed legges disse Grader af fra D til 6, saa er Buen D6 saaledes inddeelt, at naar Loddets Spitse falder paa 6, er Høiden AC 6 Fod. Paa samme Maade kunde alle de andre Punkter paa begge Sider af Brettet bestemmes.

Paa en mekanisk Maade kan man endnu lettere bestemme disse Punkter, naar AB ei er saa lang, at den er uregierlig. Man slaaer da alene med AB en Quart-Cirkel GAH, og ved Hielp af BA tegner Fødderne af saavel paa BG, som paa BH. Derpaa trekkes paa et af Deelnings-Punkterne, for Ex. 6, den Linie 6A, parallel Horizontalen BH, og i A, hvor den overskier Quadranten, legges Enden af BA; hvorpaa det Punkt 6 merkes, i hvilket Loddet da skier Quadranten ED, saa er dette Punkt lagt ind paa Quadranten, og man kan forfare i Henseende til alle de øvrige paa samme Maade. Ligeledes sees, at man kan bestemme de Punkter paa Quadranterne, som svare til alle Tommer, og, om man vil, endnu til mindre Dele af Høiden.

§. 189.

§. 189.

De foromtalte Vatter-Passer, naar de forfærdiges udi Stort, af en Grund-Linie nemlig, der beløber 6 til 7 Alen, og ofte endnu mindre, som i Taf. VIII. Fig. 9. CDAB, da bruges de sædvanlig til at finde Vandmaalet, eller til at nivellere paa smaa Distancer, for Ex. ved Mollers og Havers Anlegning o. s. v. Thi paa store horizontale Løb er det for moisom, ved disse Instrumenter at bestemme, hvor meget et givet Punkt ligger høiere eller lavere end et andet. Disse Vatterpasser ere ellers i den Henseende særdeles bequemme, at man med dem bestandig følger den sande Horizontal-Linie, saa man ei haver nødig at giøre en egen Regning for Afvigningen, i Følge §. 42. Mek. For. Ei heller staaer man ved dem Fare for de Feil, som Straalernes Brekning paa lange Maalninger kunne foraarsage i at bedrage Synet, hvorom skal handles udførligere siden.

Det simple Vatterpasses Beskrivning, saaledes, som det bruges ved Vand-Maalningen.

§. 190.

I dette Slags Vatterpasser er AB det lange horizontale Bret, hvorpaa Vatterpasset hviler; Brettet maa være et fuldkommen glat Parallelipiped. Vatterpasset CD er af en til en og en halv Alens Længde. I FL er en Perpendikel trukken paa samme Maade, som forhen i Vatterpasserne, over hvilken, ligeledes som forhen, en Snor med Lod falder i den horizontale Stilning. Snoren maa ellers bevæge sig overmaade villig omkring en konisk Spitse udi F.

Rummet omkring FL forsynes med Glas, at Vinden ei skal bevæge Loddet med Snoren.

§. 191.

Maade, hvorpaa Instrumentet rectificeres eller dets Rigtighed undersøges.

Man maa saavel i dette Instrument, som i alle andre, hvilke til Vand-Maalning bruges, overmaade vel iagttage, at de og vise den horizontale Linie rigtig og uden al Bedrag. At rectificere Instrumentet er derfor at see, om det viser ret, hvilket i disse Foretagende altid er høi nødvendigt. Hvad dette Slags Vand-Vegter eller Vatterpasser angaaer, som vi her tale om, da undersøges de overmaade let, alene ved at vende dem om, og at legge B i A, og A igien i B. Saafremt at Snoren med Loddet i begge Tilfælde falder skarp over Perpendiklen af Vatterpasset FL, da er Instrumentet got og som det bør at være; falder den derimod i det omvendte Instrument uden for FL i F*a*, da er det falskt, og den rette vertikale Linie er den, som deler Vinklen *a*FL i to lige store Dele.

§. 192.

Hvorledes med dette Instrument den virkelige Vandmaalning foretages

Sædvanlig gier man sig ikke stor Umag med de Stokke, som Vatterpasset hviler paa, naar den virkelige Maalning skeer, man bruger dertil gierne Pæle, glattede oven til, men spidsede i Enden, og søger ved Hielp af en Tomme-Stok Forskiellen imellem de indslagne Pæles Høide, naar over dem Instrumentet først staaer horizontal. Men da dette Instrument er i Brugen overmaade tienligt og behøves ofte, er følgende Maade at stille det paa (*) baade magelig

* See Beiers *Theatrum Machin. Molar.* første Cap.

gelig og nøie. Man lader forfærdige to firkantede eller prismatiske Stokke HG og IK af 3 Alens Længde. De forsynes neden til vel med Jern-Spitser, som Figuren viser udi G og K, men oven til i H og I, for desto større Styrkes Skyld, med Jern-Ringe. Langs hen efter de prismatiske Stokke HG og IK kunde to hule Jern-Prismata, L og M, som vi ville kalde Løbere, bevæge sig villig op og ned, og saa tidt, som det behøves, fæstes med Stil-Skruer, som *b*. En af disse forestilles alene for sig udi Fig. 10 med den udløbende Arm o.

Desuden maa man ved dette Instrument have en Maal-Stok af 4 til 6 Alens Længde, nøie inddeelt i Fødder og Tommer. Den er i Brugen ved dette Instrument i sær tienlig, naar den er forsynet, som Taf. VIII. Fig. 8 AB med en saadan Løber, som den føromtalte udi Fig. 10, saa at den baade kan bruges til Høidernes Afmaalning i Fødder og Tommer, og tillige som en af de føromtalte Stokke, paa hvilke Vatterpasset hviler.

§. 193.

Naar man derpaa vil forrette Vand-Maalningen selv over en given Land-Strekning, som i Fig. 9, over *lpr*; da begynder man den gierne fra det nederste Sted udi *l*, hvor man slaaer en Pæl *l* ned, som er glat oven til, saaledes, at det øverste af den staaer i Linie med Horizonten. To Personer hielpe hverandre, den ene holder Tomme-Stokken i Fig. 8 vertikal over Pælen *l*, den anden banker en af de andre Stokke ned i *p*. Vatterpasset legges saa høit an over Horizonten paa Tommestokken i *m*, saa man i nogle Afvexlinger, fra *n* til *q* nemlig, og *q* til *c* o. s. v. kan gaae fort i

ret Linie *mc*, om den givne Land-Strekning det tillader. Jo flere det kan skee, desto mageligere er det altid og desto bedre. Den ene Løber *m* kan altid strax skrues fast; den anden *n* derimod lader man synke eller stige saa længe til paa det rectificerte Vatterpas Loddet med Snoren falder over Perpendiklen FL. Siden slaaes i den Distance *nq* af Vatterpassets Længde den anden Stok ind i *q*. Løberen *n* lader man staae uforrykket, og bevæger Løberen *q* saa længe, indtil at Vatterpasset staaer igien horizontal. Paa samme Maade fares fort fra *q* til *c*, da man igien i *c* betiener sig af Stokken *n*, som før stod udi *p*.

§. 194.

Er den givne Plads eller Land-Strekning af den Beskaffenhed, som AoNHF, at man tidt maa sætte Vatterpasset ud af sin Linie, høiere nemlig og lavere; da trekker man først, saa længe man kan, i et fort den Linie BC over de Stilninger i *a*, *b*, *c*, paa den i §. 193 forklarte Maade, og maaler meget nøie med Maale-Stokken den Linie C*n*, eller Instrumentets Høide i *n* over Horizonten. Forskiellen imellem C*n* og BA, som vi ville antage var $3' 6''$ er, hvad Grunden er høiere i *n*, end i A over Horizontal-Linien. Desuagtet om Vand-Maalningen gaaer videre fort hen over *n*NH, gier man vel i, at vedligeholde Tomme-Stokkens Høide i A indtil B, som vi ville sætte var $5' 7'' 3'''$ efter Tolvtomme Maal. Stiger derpaa Grunden omkring ved *n* op efter N, da igientages vel aldeles, som før, den forrige Maalning fra *n* til H immer over den rette Linie DG, men da Grunden sættes at stige, løftes Vatterpasset efter Omstændighederne op paa Maale-Stokken fra C til

C til D. Vi ville her antage CD $1' \cdots 8'''$, saa den hele Forhøining i G over A blev $6'\ 7''\ 11'''$.

Antager man fremdeles, at Grunden fra H til F ligger lavere, end fra H igiennem N til *n*, da gieres dog Maalningen fra H til F i *k*, *l* og *m* fuldkommen som før, andet, end at i H Vatterpasset synkes fra G til H, og GH neie maales, vi ville sætte $GH = 10''$. Videre maales Høiden *m*F i den sidste Stilning F: vi antage $mF = 1'\ 8''$. Saa bliver den hele Stilning fra A til $G = 6'\ 7''\ 11'''$. Det hele Fald derimod fra G til $F = 2'\ 6''$. Altsaa bliver, hvad F ligger høiere end A, $= 4'\ 1'\ 11''$.

Dersom Grunden udfordrer, at man tidt falder og stiger, saaledes, som her udførlig er bleven forklart; da gior man best i, at betegne alle de Høider med +, om hvilke man stiger, og derimod alle med —, om hvilke man igien falder, for tilsidst at trekke alle — fra alle +. Forskiellen viser, hvad man ved Enden af Maalningen er meer steget op over, eller faldet ned under Horizonten, end man var over eller under den i Begyndelsen af denne Maalning.

§. 195.

Efter at have givet dette Begreb om Maaden, at giøre Vandmaalningen paa korte Distancer, thi paa lange er dette Slags Afveininger, som før sagt, alt for meisom; have vi sat os i Stand til, saa meget desto bedre at forstaae, hvorledes man bør bære sig ad, for med et at kunde tage den vertikale Forskiel paa store Distancer. Den Picardske Vand-Vegt til lange Distancer beskrives.

Iblant en Mængde Vand-Vegter, som man har optænkt, er unegtelig den af Picard (Taf. IX. Fig. 1. No. 1.) den beste. Hoved-Indretningen af Instrumentet er den samme, som Vatterpassets. ADBE nemlig er et Kors, hvoraf de to Stykker DE og AB staae perpendikulær paa hverandre. I A henger et Heste-Haar, og i Enden af samme et Lod C, som ved sin Tyngde net op kan spende Heste-Haaret stivt. Da det er, efter det forhen sagte, heist angelegen, at dette Haar kan bevæge sig frit uden Rivning, saa henger det i en konisk Spitse udi A i en Sleise lidet ud fra Brettet, i B er en liden Sølv-Plade, som staaer ligesaa langt ud fra Brettet neden, som Haaret i A henger ud fra samme oven. Hvorved man baade vinder den Fordeel, at Haaret ei kan slaae an paa Brettet, og desuden denne anden, at om man fra A, som Center, med en Halv-Diameter, hvilken gaaer fra A til Centret af Sølv-Pladen i B, slaaer en Cirkel-Bue, inddeelt i Grader, og, om mueligt, i Minuter, da kan Instrumentets Misvisning derved, som siden nærmere skal forklares, nøie bestemmes. I Midten af denne afdeelte Bue tegnes et Punkt, over hvilket, naar Haaret Ac falder, bør Armen af Instrumentet DE være horizontal. Man seer ellers i No. 3, hvorledes Haaret henger paa sin koniske Spitse, hvilken paa Siden sidder ind i et andet Stykke Messing, hvorved det holdes lidt ud fra Randen af Brettet.

Deraf sees, at dette Instrument er af samme Hoved-Beskaffenhed, som de forrige Vatter-Passer, men Haaret er hengt i A med større Flid end i de andre Snoren. Jo længere Ac er, desto bedre er Instrumentet, thi de mindste Feil i Loddets Afvigning fra den sande Vertikal-Linie blive derved desto kiendeligere.

Vi

Vi have for det første ikke anseet dette Instrument for andet end for to Bretter, lagte ind i hverandre efter rette Vinkler, men AB og DG ere virkelig to firkantede Rør, AB er den inderste Side af det Vertikale, paa hvilken Haaret med Loddet henger, at samme ei skal bevæges af Luften

Det horizonrale Rør DE derimod er en virkelig Kikkert, thi da man vil bruge dette Instrument til lange Maalninger efter vores antagne, og følgelig paa engang bestemme Forskiellen imellem to givne vertikale Punkter, som ligge anseelig langt fra hverandre, saa behøves; enten at man i D og E sætter Sigter paa Røret, eller at man betiener sig af at legge en Kikkert ind i Røret, men da denne sidste Art af at sigte fra Sted til Sted er ulige bedre end den første, saa haver man og af den her betient sig frem for den anden, fordi det i Vand-Maalningen altid, i sær ved vigtige Foretagende, kommer an paa den allernøieste Bestemmelse af de vertikale Høiders Forskiel. Til begge Rørenes desto bedre og stærkere Sammenføielse tiener Jern-Beilerne i I og K, over hvilke Instrumentet desuden kan legges og vries.

§. 196.

At derfor Sigtningen kan gieres desto nøiere, ligger ikke alene et Objectiv-Glas fast og ubevægelig indfattet i DH, og sat an perpendikulær paa Røret, tilligemed Øie-Glasset i E, som ligger inden i et bevægeligt Rør, for at kunde trekkes ud efter et hvert Øies Beskaffenhed, og ligeledes at kunde skydes ind. Men man har endog sat ind i E de saa kaldte Filamenter, eller meget fine raae Silke-Traade, der overskiere hverandre, som nærmere sees i No. 2, hvor

hvor *ab* og *de* ere de fine Silke-Traade, der overskiere hinanden udi *c*.

For at forstaae denne Indretning desto bedre, maa man agte; at en Ting, som ligger langt borte fra det convexe Objectiv-Glas i DH maler sit Billede af i en vis Distance fra samme. Billedets Sted er just der, hvor Silke-Traaderne sættes udi EF. Thi da dette Billede er overmaade lidet, saa følger, at man kunde forvirre sig i Synet, naar andre Ting tillige sees, dersom man ei havde et Punkt, som *c*, at rette sig efter, i hvilket Billedet skarp og neie kan sees, saa at man er forsikret paa, at naar Billedet just falder over *c*, Instrumentet da staaer som det bør.

For at kunde saavel i det, man rectificerer Instrumentet, som om det i Tidens Længde skulde forandre sig, altid bringe det Object eller den Ting, man sigter til, dens Billede til at falde paa det Punkt *c*, haver man forsynet Indfatnings-Pladen i No. 2, som loddes fast og perpendikulær i EF, baade med en Skrue oven til i F, og med en elastisk Plade neden til i *g*, hvormed man kan stille Filamenterne efter Behag høiere eller lavere, naar de første ere lagt ind i en dem egen Firkant, som er bevægelig inden i den yderste faste, saaledes som i No. 2 vises.

Indrettes Instrumentet med to Glas, sees Objectet, man sigter til, forkeert; lidt Øvelse giør, at denne Objectets Stilning ikke forvirrer. Man bringer let Objectet til at sees ret og opreist, om man i den Sted vil sætte tre convexe Objectiv-Glasse; men Synet bliver dunklere, og det i disse Slags Afmaalninger saa meget meer, som Straalen, man seer ved, desuden er svag, fordi den stryger Horizonten.

§. 197.

§. 197.

De to krumme Stiver eller Beiler i F og K hielpe, efter det nylig sagte, deels til at holde begge Rørene fast imod hverandre, deels og til at legge Instrumentet an i I og K over de der værende cylindriske Tapper, over hvilke Beilen IK bevæges, saa længe til at Instrumentet ligger horizontal. Hvilket bør være, saa tidt som Perpendiklen AB falder over det den horizontale Stilning anvisende Punkt i Centret af AB.

Q er en Jern-Stang, som henger bag paa Instrumentet, og kan lades ned til Jorden, for at holde det, saa at det staaer fast. IN og O ere ligeledes to Jern-Stænger, som holdes af en Skrue, hver af sin, paa hvad Sted man vil. De tiene til at forlænge Fødderne af Instrumentet efter Fornødenhed paa ujevne Steder. Thi man seer let af Figuren, at Instrumentet hviler under Brugen paa den Trefod SKOLN. Sædvanlig gjøres dette Instrument af Blik, som er vel fortinnet uden og inden.

§. 198.

Forsigtighed, som bør iagttages ved dette Instrument.

Længden af Instrumentet efter Armen AB er sædvanlig 4 Fod, dog kan det og gjøres længere, alene at Axlen af Kikkerten i Røret DG indrettes efter Øiets Høide. DE gjøres sædvanlig af 3 Fods Længde eller lidt meer. Det fornemmeste ved disse Vand-Vegter er, nøie at rectificere dem, og dette behøves af to Hoved-Aarsager: Den ene, fordi det let kan skee, at Axlen eller Midt-Linien af Kikkerten ei staaer Lodret paa den Linie, der fra A til B gaaer igiennem Centret af Cirklen B; over hvilken Linie, naar Loddet med Heste-Haaret Ac falder, Instrumentet bør være, i Hen-

seende til Kikkertens Axel, horizontal. Den anden, fordi den Straale, hvorved man sigter igiennem Glassene til Objectet, saaledes boier sig, saa at de langt bortliggende Ting altid synes at staae høiere end som de virkelig staae. Dog kan man forekomme de heraf flydende Ulejligheder, om man under Maalningen ikke foretager sig paa gangen høiere end en horizontal Distance af 6000 Fod at afmaale; thi Erfarenhed lærer, at Straale-Brekningerne paa den Distance ei ere af Betydenhed. Desuden er det altid godt i disse Slags Maalninger ei at foretage sig fra Sted til andet alt for store Distancer, thi jo længere disse Distancer blive, desto mindre bliver og Billedet bag Objectiv-Glasset, og desto snarere kan Øiet tage Feil, som seer samme igiennem Øie-Glasset.

§. 199.

I sær i dets Rigtigheds Undersøgning.

Instrumentet bør derfor altid rectificeres, før man begynder Vandmaaluingen, og dette sidste kan skee paa mangfoldige Maader. En af de beste er den, som man ligeledes kan bruge ved Quadranterne; Til hvilken Ende vi og her (Taf. VIII. Fig. 12.) ville forestille os en Quadrant, siden man let seer, at dette sidste kommer ud paa det samme, som om man betragtede Vatterpasset selv, fordi Sigte Linien bør staae perpendikulær paa AB. Fig. 12.

For at giøre det, som vi ville sige, desto klarere og uden Møie forstaaeligt, ville vi forestille os, at *abc* var en rigtig Quadrant, fra hvis Center *a* ned efter *ac* hengte et Heste-Haar med et Lod i, imidlertid at *ab* var en horizontal Kikkert, og Buen *bc* 90°. Man seer let, at dersom i denne Tilfælde *abc*, imidlertid at *ab* bliver ubevægelig, vendes om og faaer den Stilning *adb*, saa at det

Punkt

Punkt *c* kommer i *d*, da om Heste-Haaret med lidet Vox klebes fast i *d*, hvor det i den forrige Stilning overskar Quadranten, maa Loddet falde i denne Stilning over *da* ned paa Centret, fuldkommen som i forrige, og saa tidt som det skeer, er der ingen Tvivl paa, at jo Quadranten og et hvert andet Instrument, beskaffen som den, er rigtigt og som det bør være, fordi Vinklen fra Horizonten til Zenith altid er 90°.

Saafremt derimod, at Instrumentet var urigtigt, saa man vel holdt for, at den Bue *cn* var 90°, men at den, langt fra at være det virkelig, var f. Ex. $90^{\circ}\,2'$. Saafremt da, at man løser Heste-Haaret med Loddet af i Centret, og kleber det, som før sagt, fuldkommen neie an i det Punkt *c*, hvor det i den Stilning *anc* overskar Quadrantens Peripherie, og derpaa (saavel Haaret uforandret som Kikkerten eller Sigte-Linien *na*) vendte Quadranten om i den Stilning *be*, saa det Punkt *c* kom i *e*; da er det klart, at Buen $cbe = 2cn$ blev $180^{\circ}\,4'$, følgelig faldt Heste-Haaret udi *e* langt fra ikke ind paa Centret *a*, saaledes som det skulde falde, om Buen $nc = ne$ var 90°.

Deraf sees, at man, for at rectificere Instrumentet, maatte trekke *da* ved Hielp af et Blye-Lod, og derpaa dele Buen *ed* udi to lige store Dele udi *f*, saa blev Buen $fn = 90^{\circ}$. Altsaa var *f* det Punkt; hvilket, naar Loddet igien blev, som i den første Stilning, anhengt i Centret, og Quadranten igien vendt om i den Stilning *cn*, det Punkt, siger jeg, som Loddet med Heste-Haaret efter *ac* maatte skiere, for at *af* kunde vise virkelig den rette horizontale Linie.

§. 200.

Saafremt nu, at man, i Steden for Quadranten, giør samme Anmerkninger over den Picardske Vand-Vegt; da seer man let, at om den først henger i den foromtalte Stilning, Taf. IX. Fig. 1. No. 1., saa Heste-Haaret med Loddet falder fra A over Centret af Sølv-Pladen, i hvilken Stilning HG eller og Axlen antages at være horizontal, og man derpaa løser Haaret af i A, og kleber det, som før §. 199, an, enten i eller, hvilket er det samme, strax oven for Centret af Sølv-Pladen B, da om Vegten vendes om saaledes, at Filamenterne endnu staae paa det samme Punkt af Objectet uforandret, og Loddet *c* tillige falder over A, er Instrumentet rigtigt, uden Afvigning; og man kan sikkert slutte, at Sigte Linien igiennem Kikkerten staaer perpendikulær paa den Linie, som gaaer fra A ned igiennem Centret af Sølv-Pladen i B.

Saafremt derfor, efter at alt er giort i denne Vand-Vegt paa den nylig omtalte Maade, uagtet at Kikkerten viser rigtig det samme Object i Filamenterne, til Tegn, at Axlen er ei forandret; Heste-Haaret med Loddet dog ei gaaer igiennem det Punkt A, men falder paa Siden af samme, da er Vegten unegtelig urigtig. For at rette samme, kunde man noie iagttage, hvad Punkt i Cirklen Heste-Haaret skier af uden for Centret, og dele Buen derfra indtil, hvor Heste-Haaret først skar, i to lige Dele, og derefter forandre Centret. Men da dertil behoves en heel Forandring, giør man bedre i at merke dette Punkt noie paa Sølv-Pladen, som den ligger, og derpaa skrue Filamenterne, naar Heste-Haaret ophengt i A overskier dette Punkt, saa længe, indtil det forrige Punkt af Objectet igien staaer som før i Filamenterne, da Vegten derved er rettet, som den

bør

bør være; saa at, om man paa før sagte Maade vender den igien om, vil man finde, at Heste-Haaret i begge Stilninger altid, tillige med Loddet gaaer igiennem de samme Punkter, saa længe som denne Stilning bliver uforrykt.

§. 201.

Før vi begynde at tale om de andre Maader, hvorpaa dette Slags Instrumenter rectificeres eller bringes til rette, ville vi erindre, hvad vi forhen have sagt, at saa tidt som (Taf. IX. Fig. 2.) man fra et given Punkt *d* (Øiet forhøiet over A) seer efter den rette Linie *dc* hen til *c*, da skeer Sigtningen i §. 196 ikke uden efter den synlige horizontale Linie, og langt fra ikke efter den virkelige, saa at den fundne Høide atter igien maa rettes efter den dertil givne Anviisning §. 41. 42. Mekan. Forel. De saaledes paa denne sidste Maade fundne Høider over Horizonten ere de egentlige og rette, som vise de vertikale Punkters Forskiel efter Høiden.

* Dette forudsat, kan man prøve Vand-Vegten paa følgende Maade. Man sætter (Taf. IX. Fig. 2.) Instrumentet først an i A, og maaler meget neie Øiets Høide A*d* over Horizonten, hvorpaa sigtes fra *d* til *c* saaledes, at det Punkt *c* og Høiden CB ligeledes neie afmaales. Dette giort, flyttes Instrumentet fra A til B, i B sættes det just i selvsamme Stilning som i A, saa nemlig Heste-Haaret med Loddet gaaer igiennem Centret af Cirklen paa Selv-Pladen, derpaa maales igien meget neie Øiets Høide over det Punkt B, saa *f*B er fuldkommen bekiendt, skiønt den og altid kan antages, da Instrumentets Stilning er den samme, saa stor som A*d*. Dette giort, sigtes fra *f* til *e* og *e*A afmaales paa det skarpeste; saafremt

da ingen Feil er i Instrumentet, saa at Sigtningen i begge Stillinger er skeed efter den synlige Horizontal-Linie, da maa, som man let seer, $Ad + de + cB$ tilsammen lagte net op være saa store som to Gange Øiets Høide over Horizonten, og to Gange den Afvigning fra den sande Horizontal-Linie, som en bestemt Længde AT af synlig Horizontal-Linie fører med sig, i Følge §. 42 Mek. For.

Thi kaldes Øiets Høide over Horizonten Ad eller Bf, h. Afvigningen af den synlige Horizontal-Linie fra den sande paa en Distance som AT, $a = eg = ch$. Ved AT forestilles den virkelige horizontale Linie, og $BT = f$. Da bliver, om Instrumentet er, som det bør være, $Ae = h + f + a$, og $Bc = h - f + a$. Følgelig $eA + Bo = 2h + 2a$, saafremt, som før sagt efter vores Antagne, ingen Feil er i Instrumentet, men Feilen i Afmaalningen ligger alene i den Forskiel, som Jordens runde Figur gior imellem den sande og synlige Horizontal.

§. 202.

* Men saafremt at $cB + Ae$ sammenlagte giøre meer eller mindre end to Gange Øiets Distance fra Jorden, og to Gange Forskiellen imellem den sande og synlige Horizontal paa en Længde som AT; da seer man, at, hvad det gaaer over eller under, er et Bedrag, som kommer af Instrumentens Urigtighed. Videre, da denne Feil er bleven til ved to ligedanne Maalninger over to lige store Distancer, og ved et Instrument fuldkommen ligedan anlagt udi begge, saa er det Halve af denne Feil bleven til ved enhver af Maalningerne, og derfor saaes det sande Punkt i den synlige Horizontal-Linie, hvilket Instrumentet burde vise, om man i første Tilfælde

falde forringer, i den anden derimod formerer i en af Stederne, som man sigter fra, for Ex. i A den sundne Høide, naar samme var AK om det Halve af den sundne Afvigning, som vi ville sætte var Ke; hvilket Punkt *e* kan neie merkes paa en Stok, opreist efter Vertikalen udi A. Dette giort, kan man paa mange Maader bringe Instrumentet til rette, nemlig.

a) Ved simpel Regning, i at antage Feilen altid proportionert Længden af Baſes, som AT; i hvilken Tilfælde da denne Linie maa maales.

b) Ved at agte, naar Instrumentet igien sættes i B, og Øiet igien med neie Stilning paa sit forrige Sted, hvad Punkt paa de afdeelte Grader over Sølv-Pladen Heste-Haaret skier af, naar det Punkt *e* staaer skarp og neie udi Filamenterne. Da enten, som før sagt er, Centret af Cirklen paa den lille Sølv-Plade derefter kan flyttes; eller i alle Afmaalninger Heste-Haaret just i den rectificerte Grad af Cirklen bør overskiere dens Peripherie.

c) Eller man i dette Tilfælde lader, som før, Heste-Haaret gaae igiennem Centret, og skruer Filamenterne, til de i deres Oversnit satte det Punkt *e*. Men Instrumentet maa siden bestandig bruges saaledes i Afmaalningerne med uforrykte Filamenter.

Man kan tillige agte, at Grunden, Instrumentet sættes paa, maa saavel her som i alle andre deslige Brug af Instrumentet være vel fast, saa det ved dens Virkning ei forrykkes; og at Distancen, hvorpaa Proven gieres, ingenlunde maa overgaae 6000 Fod, hvilket er, efter det forhen sagte, en Længde, hvorpaa Straale-Brekningen ei er kiendelig, thi man kan frygte for, at denne sidste under Proven kunde forandre sig, og at man derfor af denne Aarsag faldt i en nye Feil. §. 203.

§. 203.

* Man kan og finde den sande Horizontal-Linie, uden at bekymre sig om Instrumentets Urigtighed, og det paa denne Maade; Er (Taf. IX. Fig. 3.) AD Distancen af de to Steder A og B, som man vil vide, hvor meget ere adskillige i vertikal Høide, da om man maaler Distancen DA, og just i dens Midte C sætter Instrumentet, for at sigte først fra *a* til *b*, og siden (naar Instrumentet er bleven vendt om, men i Henseende til den horizontale Stilning staaer uforandret som før) fra *a* til *c*, da er det klart, at saa meget som *b* forheies eller fornedres, forheies og fornedres ligeledes det Punkt *c*, saa at den ene Feil i alt retter den anden, og *bc* bliver derfor altid den sande Horizontal. Forskiellen imellem *b*A og *c*B er, hvad det ene af disse Punkter ligger heiere eller lavere end det andet af dem.

§. 204.

* Man kan betiene sig af denne sidste Maade til at rectificere Instrumentet, og den er dertil særdeles bequem. Man søger sig en nogenlunde jevn Plads ud paa 2 til 3000 Fods Længde. Er samme AB, midten af Pladsen *c*, og ved Sigtning i *a* til *b* og *c* disse to virkelige horizontale Punkter, i Følge §. 203, ere bestemte, da sættes Instrumentet igien i A, hvor vi ville agte, at det naaer til *d*, saafremt da *db* maales, og i *e* tages $cf = db$, da, fordi *bc* er den sande Horizontal, bliver *df* det ligeledes; men da ved Instrumentet ei et Punkt i den sande Horizontal bør vises, men i den synlige, saa kan Forskiellen imellem begge bestemmes efter §. 42 Mek. F., som vi ville sætte bliver *fe*, og er altsaa *e* det Punkt i Linien

nien Bc, som Instrumentet i Ad bør vise, om det ellers er som det bør være, og i alle tre Sigtninger i C og A Haaret haver giennemskaaret Cirklen paa Selv-Pladen i dens Center. Viser da Instrumentet ikke det Punkt e, men et andet, enten høiere eller lavere, da kan Feilen hielpes paa en af de §. 202 omtalte Maader.

§. 205.

Da det kan treffe, at den §. 204 omtalte Linie AB ei altid kan maales, saa er det dog desuagtet meget let, uden at bekymre sig om Instrumentets Misviisning, at finde den sande horizontale Linie, alene ved at giøre Afmaalningen to Gange, først frem ad og siden igien tilbage.

Man sætter nemlig (Taf. IX. Fig. 4) Instrumentet først i B, saa d er det Punkt, hvorigiennem sigtes, eller Øie-Punktet i Filamentet, og det Punkt a det, som faaes i Linien Aa ved denne Sigtning. Siden sættes Instrumentet i a, og ved en ligedan Sigtning det Punkt b faaes. Da, efter dette vores antagne, b og ei d sees, hvilket burde skee, om Instrumentet var i alt rigtigt, og slet ingen Misviisning var; saa behøves alene, at db deles i to lige store Dele, da an altid bliver den sande Horizontal-Linie.

Thi antages det Punkt C som Jordens Center, og man forestiller sig i Steden for Aa og Bb, som vi nu nylig betragtede, de sande Vertikaler Ca og Cn, som Jordens Halv-Diametrer; da er, fordi Instrumentet antages under begge Afmaalninger at være ens stillet, Vinklen $daC = abC$. Fordi derfor i Trianglerne Cad og Cab Vinklen aCb er tilfelles, bliver og $baC = adC$. Skal nu an være horizontal, maa og naC være $= anC = abC + ban$, det

er $nad + daC = abn + ban$, altsaa; da $daC = abn$, bliver $nad = ban$. Følgelig i Trianglet bad af to lige store Sider, bliver $bn = nd$, fordi Perpendiklen fra Spitsen i et ligesidet Triangel deler altid dets Grund-Linie udi to lige store Dele.

§. 206.

* Dersom i at sigte fra A og B (Taf. IX. Fig. 5. og 6.) Øie-Punktet først falder udi a, saa Sigtningen skeer til b, siden i d, saa man i at sigte faaer det Punkt f udi Syne; da, om af og bd ligeledes deles udi to lige Dele, bliver gc den sande Horizontal-Linie. Man beviser det ligesom før, ved at ansee det Punkt e som det, hvorfra Sigtningen skede hen til b, og tillige som det, hvortil blev sigtet fra d.

Saa deraf sees, at i Almindelighed, saa tidt som man paa denne Maade sigter frem ad og igien tilbage, intet andet haver at gjøre, for at finde den sande horizontale Linie, end alene at dele Linierne fra Øie-Punkterne til de Punkter, man ved Sigtningen faaer i Syne, i to lige Dele, da igiennem disse Deelnings-Punkter altid den sande horizontale Linie løber. Ved at eftersee og sammenligne Figurerne 5, No. 1, 2, og Fig. 6, sees udførlig, at denne Regel gielder, i hvorledes at end de to Punkter A og B ligge imod hverandre.

§. 207.

* Den Maade af dobbelt Afmaalning, for at finde de to givne Punkters A og B Forskiel i Høide over Horizonten, er høist bequem, naar man enten ikke kan maale Basin AB, eller om man end

end kan maale den, dog ikke vil giøre de Udregninger, hvorved den synlige Horizontal-Linie bør bringes paa den sande. Eller om man ei vil give sig den Møie, at rectificere Instrumentet, da i denne dobbelte Afmaalning en Feil, hvad heller den kommer af Instrumentets Indretning eller af Straale-Brekningen, altid hæver den anden. Man seer let, at saasnart, som Horizontal-Linien *an* er funden, Fig. 4, eller *gc*, Fig. 5 og 6, at der da ingen Vanskelighed meer er i at finde, hvor meget det Punkt A ligger høiere eller lavere end B. Man behøver alene at søge Forskiellen imellem Ag og Bc i enhver Afmaalning for sig, for ved den at finde, hvor meget det ene af disse Punkter er meer forhøiet over Horizonten, end det andet af dem.

§. 208.

* Man kan endog undgaae den Umage, at bestemme Horizontalen *gc* selv, Fig. 5, 6, og derimod alene bestemme den vertikale Forskiel imellem A og B af Sigte-Liniernes og de i dem faldende Punkters *b* og *f* Høider over A og B. For at forstaae dette desto bedre, maa man skille to Hoved-Tilfælde fra hinanden. Den ene, naar begge Punkterne A og B ligge under eller over Sigte-Linierne, den anden, naar en af dem ligger over og den anden neden under.

Første Tilfælde i Fig. 5, hvor begge Punkterne A og B ligge under eller over Sigte-Linierne *df* og *ab*, er §. 207 Forskiellen imellem den vertikale Høide af A og B, $Bc - Ag$; men $Aa = Bd$, thi begge ere Diets Høide. $ag = \frac{1}{2}af$, $dc = \frac{1}{2}db$. Derfor bliver $Bc - Ag = Bd + \frac{1}{2}bd - Bd - \frac{1}{2}af = \frac{1}{2}(bd - af)$. Hvoraf flyder

a) At saa tidt som Punkterne A og B ligge begge enten under eller over Sigte-Linierne, som i Fig. 5. No. 1 og 2, da er den halve Forskiel af Høiderne over eller Dybderne under Sigte-Linierne den søgte Forskiel af Vertikal-Høide imellem A og B.

b) Følgelig, om $bd = af$, eller om i begge Maalningerne Øie-Punkternes a og d Distancer fra Sigte-Liniernes Punkter f og d blive lige store, da ere Punkterne A og B horizontale.

§. 209.

Falder derimod, som i det andet Tilfælde, det ene Punkt B over, men det andet A under Sigte-Linien, som i Fig. 6, da er Forskiellen i den vertikale Høide imellem A og B, som let sees af Figuren $Ag + Bc$ fordi gc er den sande Horizontal §. 206, men $Ag + Bc = Aa + \frac{1}{2}af + \frac{1}{2}db - Aa\ (= dB)$. Følgelig er $\frac{1}{2}af + \frac{1}{2}db$ den søgte vertikale Forskiel, hvoraf flyder

a) At saa tidt, som af de to Punkter A og B det ene ligger over Sigte-Linien, det andet neden under, da er den halve Sum af Øie-Punkternes a og d Distancer fra Sigte-Punkterne b og f, den vertikale Høides Forskiel imellem A og B.

b) Følgelig om $\frac{1}{2}af = \frac{1}{2}db$, er af selv den vertikale Høides Forskiel imellem A og B.

§. 210.

Praktiske Anmerkninger, som ved Vand-Maalningen bør iagttages.

Vil man derimod ikke giøre Maalningen to Gange, maa AB maales, for af dens Længde at finde Forskiellen imellem den sande og synlige Horizontal-Linie. I Maalningen af AB kommer det alene an paa, saa omtrent at vide Længden, fordi en lidt større eller mindre

mindre Basin giver ingen kiendelig Forandring udi Forskiellen imellem den synlige og sande Horizontal-Linie. Saa tidt derfor, som man maa bruge flere Afmaalninger, som i Taf. VIII. Fig. 11, gier man vel i, aldrig at tage Basin for hver enkelt Maaling længer end 6000 Fod, for ikke at feile over Straalernes Brekning, og desuden at tage alle Distancerne, som FH, HN, saa meget som skee kan, lige store, naar man nemlig sigter i en Sigtning fra F til G, og ligeledes i en fra G til D, og fra C til B. For at undgaae Maalningen af disse Bases, kan man slutte sig til, at de have en og den samme Længde ved Afmaalnings-Instrumentet; thi naar de Tegn, som sættes op i enhver Station, som F, G, D, B, o. s. v., synes i Filamenterne udi to adskillige Stationer lige store, da ere over deslige Bases altid Forskiellen imellem den sande og synlige Horizontal-Linie den samme. Ved at iagttage disse Fordele, forringes ugemeen den Meie, som ellers ved Vand-Maalningen udfordredes.

§. 211.

Disse Maalninger befordres ligeledes derved, at Instrumentet ikke flyttes uden hveranden Gang, for Ex. naar man begynder i F, at man da der planter en hei Stok, i HG Instrumentet, derpaa i D igien en Stok, og siden i AB Instrumentet. Ved hver enkelt Afmaalning ber Forskiellen imellem FM og Ho for Ex., eller begge Stationers vertikale Heider rettes efter § 42 Mekan. For., og man kan ved hver nye Afmaalning giøre en nye Afregning. Men da denne Afregning foraarsager Ophold, saa gior man de fleste Tider bedre i, at skrive alle de fundne synlige Heider op i to Rubri-

quer eller Afdeelninger; i den ene alle de første Fm, HG, nC o. s. v.; i den anden alle de sidste, som svare til samme Stationer, nemlig Ho, nD, AB. Man maa deri være meget agtsom, at man ei skriver disse Høider falsk ind i Rubriquerne. Hvorfor man gior vel i tillige at lade flere Personer hver for sig skrive Høiderne op.

Ved denne Indskrivning i Rubriquerne er det dog tienligt at agte, saa tidt som begge de Punkter, hvis Forskiel i vertikal Høide skulle undersøges, ikke begge ligge under Sigte Linien, at da to adskillige Tilfælde kunde komme for.

1) Naar det ene Punkt F (Taf. VIII. Fig. 11.) ligger under, og det andet, som r, over Sigte-Linien mH, thi vi antage Øiet udi m. At da, for at give Høiden af Stigningen tilkiende, i den første Rubrique bør skrives $Fm + ro$, men i den anden o. Thi Tilfælden er den samme, som om Sigtningen skede fra r til s, da Høiden, som let sees, blev $sm + mF = ro + Fm$.

2) Antager man, at den samme Sigte-Linie mo skulde vedligeholdes hen til v, og man over den skulde maale den vertikale Forskiel i Høide imellem Punkterne r og f for Ex., som begge ligge over Sigte Linien mv, da maa agtes, at i dette Tilfælde maa i første Rubrique (tvertimod hvad ellers skeer, naar begge Punkterne ligge under Sigte-Linien) skrives den Høide Fv, som det Punkt f haver over Sigte-Linien, og i anden Rubrique Høiden ro over samme af det andet Punkt r. Thi man seer i første Øiekast, at Tilfældet er det samme, som om Sigtet blev fra G til f, og at det, hvad man i F er høiere end i r, bliver $fv - ro$, saa ro skal trekkes fra fv, hvilket er Aarsag til denne Ombytning, siden vi antage, at Høiderne i anden Rubrique altid blive trokne fra de i første.

§. 212.

§. 212.

Gieres, efter at alle Høiderne i alle Stationerne ere blevne fundne, Subtractionen af anden Rubriques Høider fra de i første; da om Forskiellen er positiv, er det Punkt A om samme høiere end det Punkt F. Er den derimod negativ, er det om samme nedrigere end det Punkt F. Om nemlig alle Høiderne ere blevne ved hver Afmaalning rectificerte efter §. 42. Mekan. Forel.

§. 213.

Vi ville ikke opholde os ved at beskrive andre Instrumenter, som i Mængde (*) ere blevne optænkte, for ved dem at nivellere; da vi allerede have forklart de beste, saavel for korte som lange Distancer, og temmelig fuldstændig afhandlet alt, hvad der behøves i denne Materie, det i sær, hvoraf al Resten let forstaaes. Vi ville alene til Beslutning af denne Sag endnu videre erindre, at de Stokke, som man sigter til, ere gierne af den Beskaffenhed, at en kan skydes i den anden, eftersom de i de adskillige Stilninger behøves, enten at være længere eller kortere. Ved Siden af dem sættes en anden Stok, neie inddeelt i Fødder og Tommer, hvorved Høiden over Jorden paa hvert Sted maales. Man maa vel agte, at Stokkene staae perpendikulær i Jorden. Paa de, hvortil sigtes, henges et Papiir eller et Tegn af Pap, som kan hidses op og ned, sort paa en Side, hvidt paa den anden, fordi det første sees best ved klar Himmel, det sidste ved dunklere. Man sigter efter Kanten. Man kan og bruge en Skive, som kan bevæges op og ned over en Stok i en Rende. For Resten vælges en klar og stille Dag, efterat de bequemmeste Steder til Instrumentets Stilning forud ere blevne udsøgte og afstukne ved Stokke.

Otten-

(*) See Leupolds *Theatrum Horizontoſtat.*, men i sær *Nivellement de Picard par de la Hire*, nylig efter Kongel. Preuss. Befalning oversat af Pastevant i det Tydske.

Ottende Forelæsning.

Om Skruen og Kilen.

§. 214.

Skruens Beskaffenheder forklares.

For at giøre sig et ret Begreb om Skruen, behoves i sær, at man af Maaden, hvorpaa den kan blive til, indseer, hvad den er. Til hvilken Ende vi igien, som for §. 26, ville iagttage, at Hovedstykket af denne Machine er en Cylinder, omkring hvilken er vunden en Spiral-Linie. Men denne sidste forstaaes letteſt og best paa følgende Maade.

Man veed af Geometrien, at Peripherien af en Cylinder AB (Taf. IX. Fig. 7. 8.) er saa stor som et Parallelogram *abfg* (Fig. 8.), hvis Høide *af* er Siden af Cylindren AC, og hvis Grund-Linie er Peripherien i Balis af Cylindren AED. Forestiller man sig derfor, at omkring den Cylinder, som man vil forandre til en Skrue, er viklet et Papiir, hvilket net op slutter om dens Peripherie, og at samme strekkes ud, for at forandres til Parallelogrammet *abgf*, da om man deler Siderne *af* og *bg* i de lige store Dele *ac* = *cd* = *be* o. s. v. langs ned igiennem, og trekker derpaa saavel til alle Deelnings-Punkterne Tver-Linierne *cb*, *de* o.

de o. s. v. som de Linier parallele med Grund-Linien *fg*, nemlig *ab* og *ce*, da er det klart, at alle disse Tver-Linier *cb*, *de* o. s. v. forestille lige saa mange skraaeliggende Planer, hvis Grund-Linier *ce* forestille Horizontalen, og Perpendikklerne *be* de til dem svarende vertikale Høider.

§. 215.

Forestiller man sig derpaa videre, som om det saaledes inddeelte Papiir igien blev, ligesom for, viklet om Cylindren AB. Da maatte derved samtlig Linierne, som *ab*, forandre sig paa Cylindren fra rette Linier til parallele Cirkel-Peripherier, saa og de Punkter *a* og *b*, *c* og *e*, o. s. v. bestandig tage i hverandre.

Imidlertid bleve Tver-Linierne *cb*, *de*. forandrede til en eneste sammenhengende krum Linie, som giorde en Mængde Omløb om Cylindren AB, og derfor var en Spiral af den Beskaffenhed, at den tillige bliver den korteste Linie, som kan trekkes fra Punkt til Punkt over Cylindren, fordi *cb*, *de* o. s. v. ere alle rette Linier.

§. 216.

Skruen er en Art af skraaeliggende Plan, som er viklet om en Cylinder i en Spiral.

Betragter man denne Spiral noiere, saaledes, som den kommer til at ligge over Cylindren; da, siden denne sidste er i sin Krumning overalt ens, bliver og den rette Linie *cb* ved Omviklingen inddeelt i lutter smaa lige store skraaeliggende Planer, som (Fig. 8.) *np*, *pr*, i hvilke alle Forholden af *pO* : *On*, eller *rq* : *qp*, det er; af Høiden til Grund-Linien bestandig bliver den samme. Folgelig kan

denne hele Spiral, for saavidt som den ansees, som at ligge paa for sagte Maade over Cylindren, overalt ansees som et eneste skraaeliggende Plan.

Da *pq* er parallel *ce*, og *qr* parallel *bg*; saa er bestandig $pq : qr = ce : eb$, det er; det spiralske Plans *bc* Høide er et med to Skruegiengers Distance, og dets Grund-Linie *ba* et med Peripherien af Cylindrens Peripherie i dens Basis, som for §. 27.

§. 217.

Skruens Egenskaber bevises af det inklinerte Plans Natur.

Efter at have giort sig dette Begreb om Skruen, er intet lettere, end at slutte fra det skraaeliggende Plans allerede beviste Egenskaber til Egenskaberne af denne Machine. Thi man haver alene nødig, efter de Trek, hvilke Linierne *eb*, *de* anvise, som giorte over Cylindren, at forestille sig en Art af Plan, over hvilken en anden Skrue, den hule nemlig, kunde bevæge sig; hvorved man tillige agter, at Distancerne imellem Skrue-Giengerne i denne sidste maa have samme Afstand *ac* eller *cd* fra hverandre, som i den første, og (hvilket forstaaer sig selv) at Giengerne maa i denne sidste være hule, naar de i den første ere forhøiede eller convexe. Siden, naar begge sammenføies, er det altid det samme, som om to ligedanne skraaeliggende Bretter bevægede sig et over det andet; og som om den Tyngde, der trykker paa Skruens Gienger, trykte paa et skraaeliggende Bret, hvis Høide var to Skrue-Giengers Distance, og hvis Grund-Linie var Peripherien af Cirklens cirkulære Basis.

Lige-

Ligeledes bliver og en Tyngde af en med den i Ligevegt staaende Kraft holt over Skruen fuldkommen paa samme Maade, som over et saadant skraaeliggende Bret.

§. 218.

Kraftens fordeelagtigste Anvendelse ved Skruen undersøges.

Da saaledes Skruen er at ansee som et skraaeliggende Bret, kan man videre spørge, hvorledes og efter hvad Direktion at Kraften bør trekke, saa den ved Skruen kan anlegges paa den fordeelagtigste Maade; da vi derfor forhen have beviist, at dette skeer paa et skraaeliggende Bret, saa tidt som Kraftens Direktion er parallel Planet, burde man vel slutte ligeledes i Henseende til Skruen; men da, naar Kraften trekker parallel Planet, den forholder sig til Lasten som Planets Høide til dets Længde, §. 166, og naar den trekker parallel med Grund-Linien, den forholder sig som Planets Høide til dets Grund-Linie, saa følger, §. 167; at, saa længe, som i Skruen Planets Høide er meget liden, det er; saa længe som Skrue-Giengernes Distance er ikke stor, og Længden derfor kan ansees for at være af samme Storrelse, som Grund-Linien, kommer det omtrent ud paa det samme, hvad heller Kraften trekker efter Længden af Planet, eller parallel med dets Grund-Linie, i Henseende til den deraf flydende Fordeel udi Kræfternes Forhold, naar de staae udi Ligevegt med hverandre. Men da derimod Bevægelsens Maaden falder ulige mageligere og bequemmeligere, naar Kraften trekker parallel med Grund-Linien, end naar samme virker paa Skruen parallel med Længden af Planet, saa bruger

man altid den første Art af Direktion for Kraften, og ei den sidste.

§. 219.

Adskillige Skruers Sammenligning under sig.

Deraf sees, i Følge det vi forhen have sagt §. 172, at under 45° ere Last og Kraft lige store: Jo meer derimod at Planets Forhoinings-Vinkel gaaer under 45°, desto mindre Kraft behoves ved Skruen, for at bevæge Lasten; thi i Almindelighed følger, at over en Skrue, naar Lasten trekker parallel med Cylindrens Grund-Flade, forholder sig Kraften til Lasten som Peripherien af samme Cirkels Grund-Flade til to Skrue-Giengers Distance. §. 27 og 217.

§. 220.

Ved Forening med Vegtstangen forstærkes Skruen anseelig.

Forstærkes Skruen endnu desuden med en Vegtstang, da, eftersom Leiligheden af Pladsen, hvor Skruen skal bruges, tillader, at denne kan være kortere eller længere til, formindskes den til Ligevegt fornødne Kraft derved anseelig. Thi efter at have udregnet, efter §. 217, den paa Skruen selv fornødne Kraft, for at staae i Ligevegt med Lasten, kan man anseе den tilsatte Stang som en Vegtstang af det andet Slags (Taf. IX. Fig. 7.), saa denne nye Kraft virkede paa dens Arm *sr*, og den efter §. 217 fundne Kraft, (men nu anseet som den Last, der skulde overvindes) paa Vegtstangs-Armen *sr*. Det samme findes ved §. 57.

§. 221.

§. 221.

Til enhver given Byrde kan Forholden da imellem Skrue-Giængernes Distance og den Peripherie, som Kraften med sin Vegtstang beskriver, let findes, siden den altid er den samme, som Forholden af Kraften til Lasten. Man kan derfor enten antage Vegtstangen eller Skrue-Giengernes Distance efter Behag, for, naar en af disse er given, da at finde den anden; men man gior best i for at indrette Skruen, særdeles at see paa, hvor fore Skrue-Giengerne bor giores, og derefter, som man i den givne Omstændighed finder det tienligst, at indrette Skrue-Giengernes Distance først, for siden at søge Vegtstangen, som den fierde i Proportion.

Forholden i dens Dele hvorledes kan bestemmes.

Hvorledes man ligeledes kan, naar af Last, Kraft, Skrue Giengers Distance og Vegtstangs-Armen, de tre ere givne, finde den fierde, i Følge §. 217 og 27, er saa let, saa det er unødigt, derover at ville være vidtløftig.

§. 222.

Imidlertid er det let at see, at Skruen er en af de fortrefligste Machiner, naar nemlig man seer paa at spare Kræfter, skiønt Tiden af Bevægelsen bliver langsom. Men for alle Ting maa sees paa, at Giengerne ei brekke, hvorfor og Skruen maa giøres af meget haart og fast Træe, som Hagetorn for Exempel, om meget er at bære og løfte. Man gior den og af Jern, for at være desto stærkere. Det er af denne sidste Aarsag, at man, hvor store Byrder ere

Skruer med dobbelte Giengær give ei Kraften større Fordeel end de andre, men de ere i sig stærkere.

at lette, gior Skrue-Giengerne dobbelte; men man maa, som strax sees, vel agte, at Skruen derved ei bliver beqvemmere til at bestride Byrden med en mindre Kraft. Tvertimod, saa længe Planets Høides Forhold til Grund-Linien bliver den samme, bliver Kraften og den samme, da derimod i Skruer med dobbelte Gienger man altid fast er forbunden til at giøre Planets Høide større, end i de med enkelte Gienger.

§. 223.

Man gior i Træe sædvanlig Skruerne anderledes, end i Metal. I Træe faaer Skrue-Giengen ind imod den hule Skrue en nye Skakning, som i Fig. 9, ved *bc*. Skrue-Gangen bliver derved et dobbelt inklinert Plan, inklinert nemlig efter to adskillige Sider. I Metal derimod giøres Skrue-Giengerne af firkantet Giennemsnit, saaledes, som i Fig. 10. Ved den første Maade, at indrette Træe-Giengerne paa, styrkes de anseelig inde ved *b*, hvor de mest behøve det, fordi Trykningen over hele *cb* søger at brække den Kraft, hvormed Træet henger sammen langs hen efter *b*. Det samme gielder ligeledes i Henseende til Giengerne i den hule Skrue. Af denne Aarsag gior man begge tykkere inde ved det faste Træe, end de burde være, at de ei saa let skulle brække, som ellers.

Alt det samme kan unegtelig siges om Metal-Giengerne, skiønt de i sig holde bedre. Ikke desto mindre gior man dem ei af skarp Giennemsnit, fordi de da let skiære ind i og forderve hverandre.

Ved

Ved det skarpe Giennemsnit Fig. 9. seer man strax, at der maa tabes noget i Side-Kræfter, i sær, saa tidt som Byrden loftes; fordi Kraften, som lofter, maa understøtte en Deel af den Tyngde, hvilken ellers blev baaret af Planet, om det ei havde uden en simpel Skakning, i Steden for at det nu haver en dobbelt.

§. 224.

Man bruger Skruen til at presse og til at løfte med. Man kan i denne sidste Henseende udrette med maadelige Kræfter overmaade store Virkninger. Det er derfor ved Skruen at man letter Huse, saaledes, som foreslilles i Taf. IX. Fig. 11. Man bruger nemlig flere saadanne Par Skruer om nodig giores, fra Distance til Distance. Ved en Mængde deslige Skruer er det mueligt at løfte de allerstørste Byrder, for Ex. store Steen-Colonner og deslige, alene at de idelig, alt som de kommer høiere og høiere, undermures, og man desuden vel iagttager at gaae alle andre Vanskeligheder i Mode efter de mekaniske Regler: Thi disse første mangle aldrig, men findes altid i stort Antal, hvor overmaade store Tyngder skulle lettes og føres i Høiden.

§. 225.

Kilens Figur og Beskaffenhed have vi i det foregaaende fuldkommen forklart, saa vi her ikke ville igientage det. Derimod ville vi agte, at Kilen, naar man ved den lofter, er intet andet end et skraaeliggende Bret, hvilket Materien,

Kilens Beskaffenhed er adskillig efter dens adskillige Brug.

terien, der skal loftes, ligger og trykker paa. (som udi Taf. I. Fig. 10.) Saa man her behøver intet andet, end simpel hen at slutte paa Kilen af det, som forhen er bleven sagt om det skraaeliggende Bret.

(Enhver af disse Tilfælde bør betragtes for sig.

Saa tidt derimod, som man vil splitte ved Kilen, er den sædvanlig dannet som i Taf. I. Fig. 8, saa at dens Overskjæring er et ligesidet Triangel.

Vi ville her i sær overlegge i denne sidste Tilfælde Virkningen, naar alle Delene af Lasten ei bevæge sig med en og den samme Bevægelse; thi saa tidt, som dette sidste skeer, for Ex. naar man lofter ved Kilen, da gielder den i vores første Forelæsning givne Regel for denne Machine (*).

§. 226.

(*) Reglerne for Kilen ere hos de Statiske Skribentere meget adskillige. Aarsagen dertil er, at denne Machine kan i Brugen, i Henseende til Kræfternes Ligevegt, og Maaden, hvorpaa de virke, een imod den anden, betragtes snart saa, snart anderledes. Vi ville desangaaende handle lidt udførligere, og tillige undersøge, af hvad Aarsag at man heller betiener sig af den ligesidede eller Isoskele Kile, end af den Skalene eller uligesidede.

Er Kilen i sit Giennemsnit et uligesidet Triangel, som ACB (Taf. X. Fig. 3.), paa hvilket to Kræfter trykke. En udi D, af Størrelse og Direktion som DE. En anden udi G, af Størrelse og Direktion som GH. Da, om de opløses i to andre, nemlig DE i EF parallel AC, og i DF perpendikulær paa Planet; Ligeledes og GH i IH parallel CB, og i IG perpendikulær paa CB. Da kommer det i Brugen af Kilen an paa, hvad heller der er de af disse Kræfter, der virke perpendikulær paa Kilen, som DF og GI. Eller, om det er de, der virke parallel med AC og CB, som Kraften, der virker over AB, skal staae udi Ligevegt med.

§. 236.

Saa tidt som (Taf. X. Fig. I.) en Kile da staaer i Ligevegt med Modstanden af en Materie, som skal splittes eller drives ud af hinanden, og Kraftens Direktion er GC, da kan man ansee den hele Modstand i *d* og *f*, i begge Punkter nemlig, som lige stor, om ACB er af to lige store Sider, og desuden som at være af Direktioner imod Kilens Sider efter *di* perpendikulær paa AC, og *if* perpendikulær paa BC, imidlertid at GC er Direktionen af den Kraft, der med de forrige holder Ligevegt.

Lastens Forhold til Kraften bestemmes i en Kile, naar Materien revner.

De

I Materiernes Sprengning og Klyvning ved Kilen, ere de Dele af Kræfterne, som virke hen efter Siderne af Kilen AC og CB, aldeles ubetydelige, siden de glide hen over disse Sider uden at trykke imod. Man bør derfor i denne Henseende alene betragte de perpendikulære DF og GI. Hvilke igien bør oplöses i de vertikale FK, IN; og videre i de horizontale DK, NG.

Overlegger man endnu nøiere Beskaffenheden af disse Kræfter; da seer man strax, at de to Vertikale FK og NI kunne tilintetgiøres af en Vertikal-Kraft efter MC, saa stor som FK + IN. Angaaende de horizontale derimod, DK nemlig og GN; da, om de ikke tilintetgiøre hverandre, faaer Kilen ved dem en horizontal Bevægelse ind i Materien, om de falde over samme Horizontal, hvis ikke; da en omveltende Bevægelse, som giør, at Kraften efter MC strax faaer en skiev Stilling imod Kilen, hvorover den maa forstørres.

Desuden saa tidt som Kilen ei er ligesidet, maa de perpendikulære Kræfter FK og IN selv forvolde en omveltende Bevægelse i Kilen, om Kraften efter MC ei gaaer igiennem begge disse Kræfters felles Tyngdes Center udi K.

De Kræfter efter *di* og *if* søge at drive Kilen ud af Materien, men ei alt, hvad der er i dem, anvendes derpaa. Saafremt at de opløses igien i to andre $ih = ik$, begge parallele AB, og $hd = kf$ perpendikulære paa *hk*, da tilintetgiøre *hi* og *ik* hverandre, fordi de ere lige store, og virke efter imodsatte Direktioner, *dh* og *fk* derimod ere de Kræfter, som efter Direktioner parallele med GC søge at drive Kilen ud af Materien, og Kraften efter GC bør være $= hd + kf$. Saa alt beroer paa, at bestemme *hd*.

Da

Deraf sees, at saa tidt som Kilen ei er ligesidet, staaer man altid Fare for, at den i Steden for en lige Bevægelse ned efter i ret og vertikal Linie faaer en omveltende, saa man derfor maa anvende unødige Kræfter; thi om end Kræfterne i D og G, nemlig DE og GH ere lige store, blive dog derfor ikke over den uligesidede Kile $FK = IN$, og $DK = NG$.

Disse to Betingninger finde derimod Sted, saa tidt som Kilen er ligesidet, saa man deraf seer, at denne Kile er i Brugen den mageligste og beste, da Materiens Trykning kan ansees som at være lige stor paa begge Sider af Kilen.

Man forstaaer dette endnu bedre, ved at bestemme de virkelige Størrelser af samtlig disse Kræfter, thi kaldes den hele Kraft efter DE L, da bliver den parallele efter $EF = L$ Cos. o. om Vinklen ADE kaldes o. Ligeledes bliver den perpendikulære efter $DF = L$. Sin. o. Trekkes LD vertikal og parallel MC, er $LDA = FDK = ACo = q$ og $DK = L$. Sin. o. Cos. *q*. Derimod $FK = L$. Sin. o. Sin. *q*. Kaldes Vinklen oCB, Q, Vinklen HGB. O. Da maa være, naar Kraften MC, hvilken vi ville kalde K, gaaer igiennem Tyngdens Center, som før er sagt, og ingen omveltende Bevægelse i Kilen skal have Sted. 1) $K = L$. Sin. o. Sin. $q + L$. Sin. O. Sin. Q.

2) L.

Da i Trianglerne *dih* og AGC Vinklerne ved *h* og G ere lige store, og *hdi* = *di*C, saa er *hia* = ACG og GAC = *hdi*, derfor og *di* : *dh* = AC : AG. Men *di* foreſtiller den halve Laſt, *hd* den Deel af den, hvis Storrelſe Kraften bor have, for at holde den Ligevegt. Hvoraf ſluttes,

At

---

2) L. Sin. o Cof. q = L. Sin. O. Cof. Q.

hvilke Betingninger begge have Sted i den ligeſidede Kile, naar Slaget gaaer midt over dens Bredde.

Da derfor K = 2L. Sin. o. Sin. q i den ligeſidede Kile, ſaa tidt ſom den anvendes til Materiernes Klyvning eller Sprengning, ſaa kommer det i Henſeende til denne Machine altid an paa, hvorledes Laſtens og Kraftens Direktioner ere imod hverandre. I Kilens Brug bør man antage Kraftens Direktion ſom vertikal, for at bruge den mindſte Kraft; thi var den ſkiev paa AB, kunde den igien opløſes i en Vertikal og en Horizontal, af hvilke den Horizontale gav Kilen en Bevægelſe paa Siden, ſom var ei alene unyttig, men endog hinderlig.

I hvorledes end at Kraften efter DE virker paa den ligeſidede Kile, bliver altid FDK = ACo. Foreſtiller derfor Fig. 4 ND, ſom før ED og HG, Modſtandens Direktion, da er ND : NC = Sin. q : Sin. o, og $\frac{ND}{NC}$ Sin. o = Sin. q. Men K = 2L. Sin. o. Sin. q. = $2L.\frac{ND}{NC}\text{Sin. o}^2 = L.\frac{ND}{NC} - L.\frac{ND}{NC}$. Cof. 2o : (Thi $\text{Sin. o}^2 = \frac{1 - \text{Cof. 2o}}{2}$), hvilket er Kraftens almindelige Vardie i Kilen.

Hvoraf flyder

1) At saa tidt, ſom Modſtandens Direktion er perpendikulær paa Siden af Kilen; ſaaledes, ſom vi have antaget det i §. 236. Da

At saa tidt, som ved en Kile af to lige store Sider en Last skal sprenges, maa Kraften forholde sig til Lasten som Kilens halve Bredde AG til dens Side AC. Folgelig, jo spitsere Kilen er, desto mindre Kraft behoves.

§. 227.

bliver Sin. $o = 1$, eller Cos. $2o = -1$, og $K = 2L.\frac{ND}{NC} = 2L.\frac{NB}{BC}$. Thi NDC og NCB ere da ligedanne Triangler.

2) Er Cos. $2o = zero$, eller $o = 45^\circ$, da er $K = \frac{L.ND}{NC}$ eller Kraften til den halve Last, som ND : NC. Ligeledes om $o = 30^\circ$, er Sin. $o = \frac{1}{2} =$ Cos. $2o$, og $K = \frac{1}{2}L.\frac{ND}{NC}$.

3) Er Direktionen af Modstanden horizontal; da bliver Sin. $o = \frac{NC}{CB}$, $ND = NB$ og $K = 2L.\frac{ND.NC^2}{NC.CB^2} = \frac{2L.ND.NC}{CB^2} = \frac{2L.NB}{CB^2}\frac{NC}{}$.

Man kan paa selvsamme Maade gjøre sig ligedanne Regler for andre Tilfælde. Men bruges Kilen til at løfte, da er den at ansee som enkelt, og som et eneste skraaeliggende Bræt; imod at den i det forenævnte Tilfælde forestiller et dobbelt skraaeliggende Bræt. Vi ville her ikke opholde os ved at udlede Kilens Egenskaber af det skraaeliggende Brets Natur; Derimod ville vi erindre, at saa tidt, som Byrder løftes ved den enkelte Kile, da er det den Deel af Lasten eller Modstanden, som er parallel Planet eller Kilens Side AC, hvilken Kraften skal holde imod, og som vi forhen have fundet $= L.$ Cos. o.

Er da 1) NC horizontal (Taf. X. Fig. 4.), og DN vertikal, bliver Cos. $o =$ Sin. ACN og $K = L.\frac{AN}{AC}$. Naar ved L forstaaes den hele Tyngde, og K virker efter Planets Direktion.

2) Vir-

§. 227.

Det samme beviſes af den almindelige Regel §. 116.

Man kan beviſe dette ſelvſamme af vores forrige §. 216 anførte almindelige Regel. Thi dersom i det Øieblik, da Kilen bevæger, Materien revner, saa man antager (Taf. X. Fig. 2, at, imedens Kilen falder fra ABC til den parallele Stilning EFD, Delene af Materien, som sprenges, bevæge sig, *ag* hen til *bg* over den liden Bue *ab*, der kan ansees som en Perpendikel paa *ag*, og *cg* til *dg*; saa Bevægelsen af Materiens Dele paa den ene Side af Kilen er omkring det Punkt *g* i Trianglet *abg*, og paa den anden Side af Kilen igiennem et ligedan Triangel *cgd*, saa hele Bevægelsen af samtlig Materiens Dele bliver Parallelogrammet *abhg*: (naar nemlig begge de materielle Triangler sammenlegges, og den felles Bevægelse derfor i Materien, eller den Vei, den beſkriver, imedens at Kraften med Kilen falder fra B til F, bliver den Linie *ba*). Da blive *ba* og BF de af Last og Kraft i samme Tid igiennemlobne Veie.

2) Virker K ikke efter Planets Direktion, men i en Direktion parallel NC. Da maa Kraften efter NC opløses udi tvende andre, i en NF perpendikulær, og i en anden CF parallel Planet. Hvoraf alene den sidste er nyttig, og CF maa være = L. Col. o. Kaldes den hele Kraft hen efter NC, K, da bliver 1 : K = Sin. CBN (eller CNF) : L. Sin. ACN, og $K = \frac{\text{L. Sin. ACN}}{\text{Sin. CBN}} = \text{L.} \frac{NB}{NC}$, fuldkommen som i den første Forelæsning §. 25.

3) Videre sees; at den dobbelte Kile henhører egentligst til Vegtstangen, den simple derimod til det skraaeliggende Bret, skiønt man meget let skiønner, at de begge kunde henføres til dette sidste.

Kastes Vo ned perpendikulær paa *ag*, saa den skier Siden AB i S, og B*n* trekkes parallel Vo, blive VSB og B*n*F ligedanne Triangler, og VS : VB = B*n* : BF, men B*n* = *ab*.

Folgelig forholde sig Lasten til Kraften = VB : VS, hvorved den Kraft bestemmes, som Kilen haver til at aabne Vinklen *agc*.

§. 228.

Glider Kilen simpel hen ned i Materien, som vi forhen have antaget det at skee §. 226, da bliver *ag* den samme Linie som AB, VoS bliver perpendikulær paa AB, og Trianglerne SVB, AVB blive ligedanne Triangler, fordi ved S og V ere rette Vinkler, og Vinklen VBA er en felles Vinkel, saa VS : VB = VA : AB, hvilket er atter igien, hvad vi have beviist §. 226.

§. 229.

I øvrigt kan agtes, at Kilen bevæges enten ved simpel Pression eller Trykning, som i Knive, Plou-Jern, Saxe, Saver o. s. v. eller og ved et Slag, som i Øxernes Brug og i Træe-Klovningen; det er, saa tidt Materien er skiør og elastisk, at den Materie, som skal splittes ad, sprenges ved Stødet, da den derimod de fleste Tider ikke gierne uden simpel hen skilles ad ved Kilen.

Vi have saaledes forklart de simple Machiner; Man kan af de adskillige Maader, hvorpaa Kræfterne kunne staae i Ligevegt over en ret Linie og paa den simpleste geometriske Superfice, Trianglet nemlig, bevise, at de simple Machiner i egentlig Mening ei kunne være flere end de foranførte, og i egentlig Mening ikke uden to, Vegtstangen nemlig og det skraaeliggende Bret, men vi ville derved ei opholde os (*).

Rien-

(*) See *Acta Petropolit.* Tom. XI. Georg Wolfg., Kraft *de Machinis Simplicibus.*

Niende Forelæsning.

Om de simpleste Maader, hvorpaa sammensatte Machiner kunne forfærdiges af de føromtalte simple.

§. 230.

I hvad Henseende man kan sige, at alle simple Machiner ere lige gode, og at man taber i Tid, hvad man vinder i Kræfter.

Efter at have forklart alt, hvad der bør vides i Henseende til de simple Machiner, er det Tid at foretage saa meget af de sammensatte, som til vores nærværende Hensigter at fyldestgiøre behøves, da vi først og for alle Ting agte, at alle simple Machiner ere i alle Henseende, hvad Kræfternes Ligevegt angaaer, af en og den samme Beskaffenhed, saa der ved en af dem aldeles intet er at vinde frem for ved den anden, hvorfor man i Brugen i denne Henseende alene haver at see paa, hvad for en af dem der giver Kraften, som skal bevæge, den bequemmeste Stilning; da det i alle øvrige Henseende kan være ligegyldigt, hvad for en af dem man vil bruge for saa vidt, som Ligevegten angaaer.

At de i denne Henseende alle ere ens, er upaatvivleligt, fordi de alle beroe paa en og den samme Grund-Regel,

gel, at nemlig de ved Machinerne i Ligevegt staaende Kræfter forholde sig til hverandre, som de i samme Tid beskrevne Veie forkeert tagne; hvoraf flyder, at saa længe, som man kan ansee de bevægende Kræfter, ei at være stort andre end de, hvilke Ligevegten udfordrer, bliver det altid rigtigt, at man taber i Tid, hvad man vinder i Kræfter, og at Kraftens Moment i alle simple Machiner maa være det samme. Saa meget meer, som de alle kunne forklares af Vegtstangen, i hvilken Machine disse Regler have Sted, saa de derfor og maa ligeledes have Sted i alle de andre.

§. 231.

Men man maa herved vel agte, at vi ei betragte andre Kræfter, end de bevægende, som meget lidet overgaae de, der udfordres til Ligevegten, thi den hastige Bevægelse i Machinen er af langt anden Beskaffenhed. Vi have i det foregaaende sagt §. 65, at Vegtstangen i denne sidste Tilfælde bør ansees som et svingende Pendul, og da derfor alle de øvrige Machiner henhøre til Vegtstangen, bør de ligeledes betragtes paa samme Fod.

§. 232.

De simpleste Machiner, om Virkningen er den samme, ere iblant alle sammensatte de beste.

Saafremt derfor ved de simple Machiner, en nemlig frem for den anden, intet er at vinde, naar de betragtes lige frem og i sig, uden at see paa de hindrende Ting, som under Bevægelsen komme for, og uden at betragte andre

Kræfter, end de, som ganske lidet overgaae Ligevegten, saa gielder det forhen sagte ligeledes om de sammensatte Machiner, da de bestaae af lutter simple. Den absolute Kraft, som maa anvendes ved Machinerne, er altid til samme Virkning den samme, hvad heller man dertil bruger en stor og vidtloftig sammensat eller alene en simpel.

Saaledes, om ved en sammensat Machine, der kan sammenlignes med en tidobbelt lang Vegtstang, man ei behover uden en tiende Deel Kraft, men i en simpel, der ei har uden en Vegtstang at virke paa af Længde som en, tidobbelt Kraft; da maa enten i den forste Tilfælde Kraften anvende tidobbelt Tid for at bevæge, og saaledes i den hele Virkning at tilveiebringe en tidobbelt Pressíon; eller, om Virkningen skal skee i samme Tid, anvende ti Pressíoner, imedens en Kraft, som 10, ikke anvender uden en. Summen derfor af Pressíonerne, eller Antallet af alle de anvendte Kræfter, samlede i et, bliver altid det samme.

§. 233.

Endskiont man fra Reglerne for Ligevegten ikke fuldt kan slutte til Reglerne af Bevægelsen, saa seer man dog let, at det altid er et slet Partie at tage, at ville bruge en svær Machine, hvor man kan komme ud med en mindre sammensat, af Aarsag at den Modstand i Machinen, som kommer af Delenes Rivning, efter hvad vi siden skulle faae at see, altid voxer med Machinens Storrelse og Delenes Tyngde; ikke at tale om de Fortrædeligheder, som en storre Bekostning og

andre

andre Uleiligheder forvolder i de større Machiner; saavelsom hvad bevægende Kræfter i dem tabes, over en større Inertie at bevæge.

§. 234.

En af de Ting, man endnu ikke veed at bestemme i Machin-Væsenet, er at angive til en foresat Virkning den beste og tienligste Machine. Det man sædvanlig seer paa, er intet andet, end at give Kræfterne deres beqvemmeste Direktion. Dette ene er virkelig allerede meget. Man viser alene, hvad for simple Machiner, som bør bruges i de givne Tilfælde frem for andre. Men at bestemme Kræfternes noie Forhold, alt betragtet i Machinen indrettet til sin Virkning, er en Sag af ulige større Vanskelighed, hvilket af det, som siden skal siges, endnu vil blive langt upaatviveligere, saa at derfor, alt for Resten lige, de simpleste Machiner altid ere de beste.

§. 235.

I Machinernes virkelige Bevægelse vindes ikke udi samme Forhold udi Tid, som der tabes udi Kræfter, eller tvertimod.

Man regner sædvanlig i Machinerne ikke paa Tiden, naar de dem drivende Kræfter alene betragtes, som at staae i Ligevegt med hverandre; Man bør heller ikke derpaa regne. Saasnart derimod Machinen ved sin Bevægelse skal giore Virkningen, den er bleven giort for, er det noget langt andet. Man maa da i at domme om Machinernes indvortes Fuldkommenhed nødvendig see paa Tiden, thi den fuldkommeste Machine bliver i Brugen den, hvilken, baade i Hen-

seende til Tiden og Kræfterne i en vis sammensat Forhold, behøver det mindste, for at giøre den forlangte Virkning. Saa at derfor, om, naar man sætter dobbelte Kræfter an paa en Machine, derved kan vindes, at Virkningen skeer i mindre end i den halve Tid, imod, naar den blev dreven af enkelte Kræfter; er Machinen i den første Tilfælde ulige fuldkommere i sig end i den sidste. Skiønt man tillige maa agte, at der kan falde en Mængde Tilfælde for i det Borgerlige, i hvilke man ikke seer paa Tiden, og derfor ei heller behøver dette Slags Overlæg ved Machinerne, da samme behøves overmaade i andre, hvor Kræfterne ere i Overflødighed at faae, og det derimod gielder om at giøre i den mindste Tid den største Virkning.

§. 236.

Dette bevises i Vegtstangen og ved den om de andre simple Machiner.

Dette er Aarsagen, hvorfor man, naar først de Kræfter, hvilke til Ligevegten behøves, ere blevne bestemte, videre haver eftersøgt, om hvor stor Deel af sig selv at de bør formeres, for at man ved de saaledes anlagte Kræfter kan giøre den fuldkommeste Brug af Machinen; det er, giøre den største Virkning, i Henseende til Tiden og Kræfterne tillige, eller begge betragtede med hinanden.

Skiønt enhver enkelt Tilfælde her udfordrer sin besynderlige Udregning, som fast immer behøver den høiere Geometries Methoder, saa seer man dog i Almindelighed let saa meget, at det nemlig er mueligt at giøre større Virkning, naar Kræfter af en vis Størrelse sættes an paa Machinen,

end

end naar de gjøres enten større eller mindre end dem. Thi da man af alt det foregaaende haver seet, hvor meget samtlig Machinerne have felles med Vegtstangen, i Henseende til Kræfternes Forhold; saa kan man ved at betragte denne, som et svingende Pendul, og af de Tider, hvilke den under adskillige Formeringer af Kræfter til sine Sving udfordrer, nogenledes slutte til de andre Machiner.

Er (Taf. X. Fig. 5.) AC en saadan Vegtstang, svingende om det Punkt D, da om man søger Tiden af Svingets Centers Bevægelse, eller Længden af det Pendule, som med Stangen og dens Tyngder skulde svinge udi samme Tid; saa kan man af Pendulets Bevægelse og af den Tid, samme udfordrer, altid slutte paa Stangen.

Man seer strax, at siden i det Øieblik, da Kræfterne i A, B og C staae i Ligevegt, Stangens Bevægelse er ingen, den da i dette Tilfælde maa ansees som et Pendul af uendelig Længde, hvis Sving derfor udfordrer en uendelig Tid.

Saasnart derimod, som Stangen virkelig bevæges, bliver Tiden af Bevægelsen altid endelig, følgelig faaer det med Stangen i lige Tid svingende Pendul en bestemt Længde af endelig Størrelse.

I Følge Reglen for Svingets Center §. 156 M. F., bør Summen af Quadraterne af Distancerne fra Henge-Punktet multiplicerede med deres vedkommende Materiers Mængder, divideres med Summen af den bevægende Materies Mængde, multiplicert med sine vedkommende Distancer fra Hen-

ge-Punktet. Da derfor Materierne A i A, B i B, C i C o. s. v. for saa vidt, som de staae i Ligevegt med hverandre, ei bevæge; om man derfor meer, end Ligevegten udkræver, henger endnu en Tyngde paa udi C, som vi ville kalde x, bliver det man skal dividere med x. DC, fordi AD er negativ og $-$ A. AD $=$ C. DC $+$ B. DB.

Da x alene er foranderlig, saa give de ovrige Materier i A, B, C multiplicerede med AD^2, DB^2, CD^2, ikke uden en bestandig Storrelse a, og den almindelige Værdie af Svingets Center bliver derfor under denne Form $\frac{a+x}{x}$.

§. 237.

Overlegger man nærmere Beskaffenheden af denne Storrelse, da sees; at saa længe, som x er en meget liden Storrelse imod a, kan $\frac{a+x}{x}$ ansees som $=\frac{a}{x}$, og bliver derfor altid det udkommende ved Divisionen i forkeert Forhold af x, naar denne sidste betragtes som foranderlig, og a som bestandig, hvoraf flyder; at i Begyndelsen, ved at formere den bevægende Kraft om dobbelt, tredobbelt o. s. v., blive de Længder af det simple Pendul, hvilke dertil svare, som $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$ o. s. v. Folgelig forkortes dette sidste i Begyndelsen overmaade stærk.

Saasnart derimod, som x bliver meget stor i Henseende til a, kan den Storrelse $\frac{a+x}{x}$ ansees som $=\frac{x}{x}=1$, saa Længden af det simple Pendul bliver, i hvor stærk man end

end formerer Kræfterne, i denne sidste Tilfælde altid den samme. Hvoraf sees, at man, i at formere Kraften med Fordeel, ikke kan gaae uden til en vis Grad, da derefter alle de ovrige Kræfter ere spilte.

§. 238.

Jagttager man videre, at her handles om ved disse adskillige Formeringer af Kræfter at giore den samme Virkning, da seer man tillige, at de af Svingets Center igiennemlobne Rum, eller de af det beskrevne Buer, bor være af lige store Grader; og folgelig, at Bevægelsen altid skeer over Planer, hvilke ere paa samme Maade og under samme Vinkler boiede over hverandre imod Horizonten, folgelig ere Tiderne af Bevægelsen igiennem disse Planer, som Quadrat-Rodderne af Planernes Længde, eller som Quadrat-Rodderne af Svingets Centers adskillige Distancer fra Henge-Punktet. §. 81. 4. Mek. For.

Da derfor disse sidste i Begyndelsen og indtil en vis Grad overmaade stærk forkortes, men siden meget mindre, §. 257, saa folger; at det ei er i simpel Forhold af Kræfternes Tiltagelse, at Tiderne tage af, men at den hele Virkning af Kraften i Tiden i en vis Bestemmelse af Kræfternes Storrelse maa være storst.

§. 239.

Ved at betragte Machinerne fremdeles paa denne Maade, nærmer man sig nogenlunde til at bestemme de Kræfter,

ter, hvorved den fuldkomneste Brug af Machinen naaes. I de lettere Machiner nemlig, kan man antage Kraften $\frac{3}{2}$K, om den, som til Ligevegten udfordres, kaldes K, i de tungere derimod kan den ansees som $=$ 2K, eller som det dobbelte af de Kræfter, hvilke, til at holde Ligevegt med Lasten, behoves. Man forstaaer ved lettere Machiner de, hvis tungere Dele langsom bevæges, eller staae lidet og maadelig fra Bevægelsens Center. Ved tungere de, hvis tungere Dele hastigere bevæges, eller staae længere fra Bevægelsens Center, thi man seer af Værdien $\frac{a+x}{x}$ i §. 237, at jo større a er, desto større maa x og blive, for at ved Division af x Svingets Centers Distance fra Henge-Punktet ei anseelig meer skal kunde forkortes, i større Forhold nemlig, end Kraften formeres (*).

§. 240.

(*) Det i §. 259 sagte, maa man vel agte, er ikke uden en Approximation, eller en Værdie, som i Almindelighed nærmer sig den sande. Imidlertid forstaaes det let af den forhen til §. 65 giorte Anmerkning. I Følge den er, $a+b=nb$. I den Hypothese derfor, da Machinen er let, bliver a meget liden imod b, saa a kan i Approximation antages $=$ 0, hvoraf følger, at i dette Tilfælde $n=1$. Hvilken Hypothese temmelig got lader sig anvende til Brug i Machinerne, saa tidt som de ere lette. Men i Følge af samme Anmerkning, bliver det Tillæg, som bør giøres til Kraften, eller $x=\frac{1}{4}\sqrt{8n+nn}-\frac{1}{4}n$, og om $n=1$, bliver $x=\frac{3}{4}-\frac{1}{4}=\frac{1}{2}$. Hvilket er Reglen for de lettere Machiner.

For at bestemme en Regel for de tungere Machiner, maa først fastsættes, i hvad Tilfælde at man vil anse dem som tunge. Dette

skeer

§. 240.

Efter at have givet denne Idée af Machinernes Beskaffenhed, saa tidt som de sættes i Bevægelse, ville vi foretage os de sammensatte Machiner selv, og undersøge, hvorledes de af de simple paa de simpleste Maader kunne sammensættes. De sammensatte Machiner tages under Betragtning, og først de, som sammensættes af

Forener

---

skeer med al Foie, saa tidt som Lastens Vegtstang er bleven saa stor, at den er over det halve af Kraftens. Men, som før sagt, $a + b = nb$, følgelig, naar $a = b$, bliver $n = 2$, og $x = \frac{1}{4}\sqrt{8n + nn} - \frac{1}{4}n = \frac{1}{4}\sqrt{20} - \frac{1}{2}$, hvilket noget nesten belober $\frac{9}{8} - \frac{1}{8}$, og kan derfor i Approximation sættes $= 1$.

Det, vi her have sagt, angaaer alle de Machiner i Særdeleshed, som henhører til Vegtstangen, da man kan regne Vegtstangen selv, Tridserne og de vertikale Vinder iblant de lette Machiner, de horizontale Vinder derimod, og de fleste Tider Hiulene, iblant de tunge Machiner. Disse Anmerkninger kunde derfor særdeles være tienlige, saa tidt som en Machine allerede er bygt, for at sætte den i Bevægelse med den Kraft, som gior, at den i mindste Tid udfører sin største Virkning. Saafremt derimod at en Machine skal bygges, saa at endnu ikke Vegtstængernes Størrelse og Forhold under sig er i dens Dele bleven bestemt, da kan man giøre et andet og ikke mindre vigtigt Spørsmaal, Machinen angaaende; hvorledes nemlig, naar Last og Kraft ere givne, tilligemed den Vegtstangs-Arm, som Kraften umiddelbar virker paa, Størrelsen af Lastens Vegtstangs-Arm saaledes kan bestemmes, at Machinen, naar Lasten paa samme staaer imod, giør sin største og hastigste Virkning.

For at opløse dette Spørsmaal, ville vi 1) igien foretage os Vegtstangen (Taf. X. Fig. 6.), og betragte den aldeles paa selvsamme Maade,

Vegtstænger og Tridser, til at foraarsage en horizontal Bevægelse.

Forener man Vegtstængerne eller Vinderne med Tridse-Verkerne, da faaer man derved en af de fortrefligste Maader til at bevæge hen efter Horizonten, som man seer Taf. X. Fig. 8; hvor CB er en Vertikal-Vinde, omkring hvilken i N gaaer et Tou hen til Tridse-Verket FD, som, efter at være viklet omkring samtlig Tridserne, er endelig heftet fast ved den faste Tridse-Blok udi E. Tridse-Verket igien er heftet fast ved Tyngden H udi G.

Kræf-

som den var, hvilken vi forhen have brugt i ellevte Tillæg til de mekan. Forelæsn. Er denne Vegtstang AD, hvis hele Inertie forenet i dens Tyngdes Center C, som tillige er Hvile-Punktet, vi ville kalde A; er $AC = CD = a$ en af Armenes Længde; Videre, om Tyngden henger i B, hvis Inertie vi ville kalde B, og $BC = b$. Da, for at kunde betragte den hele Inertie, som om dens Bevægelse var aldeles ensdan, maa den først forflyttes hen til et og det samme Punkt, til det, hvorpaa Kraften virker; til det Punkt D. Fordi Materiens ulige Modstand imod Bevægelsen er da i Kræfternes og Bevægelsens simple Betragtning ikke meer til Hinder.

Paa samme Maade da, som før i forømtalte Tillæg, findes Vegtstangens hele Inertie omflyttet til $D = \frac{2}{3}a$, og fordi Inertien $2a = A$, bliver den $= \frac{1}{3}A$. Inertien B omflyttet til D, bliver ligeledes $\frac{Bb^2}{a^2}$, saa at, naar Inertien af Kraften udi $D = D$, bliver den og den hele omflyttede Inertie udi $D = \frac{1}{3}A + D + \frac{Bb^2}{a^2} = \frac{\frac{1}{3}Aa^2 + Da^2 + Bb^2}{a^2}$.

Den i D bevægende Kraft er Forskiellen imellem Pressionernes Moment udi A og udi D, kaldes samme K, da er K = en Funktion af den bevægende Kraft i den Vinkel-Hastighed, hvormed den bevæges.

Kræfterne, som behoves til Ligevegten, bestemmes overmaade let. Kalder man den hele Modstand udi H, M, da, om man udi I ved Tridse-Verket alene skulde bevæge, blev Kraften §. 153 $= \frac{1}{3}M$, folgelig var det det samme, som om i N den Deel af Lasten $\frac{1}{3}M$ blev anlagt til at trykke

ges. Folgelig bliver den bevægende Kraft eller Pressionen selv udi D $= \frac{K}{a}$. Hvoraf den hastiggiorende Kraft saaes, naar man dividerer $\frac{K}{a}$ med Inertien, saa at derfor den hastiggiorende Kraft udi D belsber sig til $\frac{Ka}{\frac{1}{2}Aa^2 + Da^2 + Bb^2}$. I Machinerne skeer ingen Acceleration eller idelig Formering udi Hastigheden. Den vindes, efter alt, hvad Erfaring viser, udi dem med et eller i det mindste udi en meget liden Tid. Hastigheden selv kan i dem derfor ansees, som idelig at være den Hastiggiorende Kraft proportionert, saa at derfor Hastigheden selv udi D bliver $\frac{Ka}{\frac{1}{3}Aa^2 + Da^2 + Bb^2}$, hvoraf Hastigheden fremdeles udi B let bestemmes; Thi disse Hastigheder ere Vegtstangs-Armene CD og CB proportionerte, og derfor $a : b = \frac{Ka}{\frac{1}{3}Aa^2 + Da^2 + Bb^2}$ til Hastigheden udi B $= \frac{Kb}{\frac{1}{3}Aa^2 + Da^2 + Bb^2}$.

Efter at Hastigheden udi B saaledes er i Almindelighed bestemt, bestemmes derpaa let efter Methoderne for det mindste og største, det enkelte Tilfælde af Længde udi CB, udi hvilket Hastigheden udi B er størst. Dertil udfordres intet andet, end udi den forhen givne almindelige Værdie af Hastighed $Kb : (\frac{1}{3}Aa^2 + Da^2 + Bb^2)$ at behandle b som foranderlig. Men da K er en Function af $b = \theta a - \varphi b$, om ved θ

ke paa Halv-Diametern af Vinden CB. Sættes da Forholden af QP til den at være den af $a : b$, da bliver $a : b = \frac{1}{3}M : \frac{bM}{3a}$, hvilket er Kraftens Værdie, der legges an paa Machinen til Ligevegt udi Q over alle Stængerne.

§. 241.

forstaaes den absolute Pression i D, og ved β den ligeledes i B; maa, før Differentiationen skeer, den almindelige Værdie af Hastigheden forandres til $(\beta ab - \beta bb) : (\frac{1}{3}Aa^2 + Da^2 + Bb^2)$. Hvoraf naar Differentiellet tages, bliver

$$-(2Bbdb).(\beta ab - \beta bb).+(\beta adb - 2\beta bdb).(\tfrac{1}{3}Aa^2 + Da^2 + Bb^2) = 0$$

$$-Bb^2\beta a + (\beta a - 2\beta b).(\tfrac{1}{3}Aa^2 + Da^2) = 0$$

$$b^2 = \frac{(\beta a - 2\beta b).(\frac{1}{3}Aa + Da)}{Bj}$$

$$b = \frac{-\beta a(\frac{1}{3}A + D) \pm a\sqrt{\beta^2(\frac{1}{3}A + D)^2 + Bj^2.(\frac{1}{3}A + D)}}{Bj}$$

Den bekræftende Værdie af b er den, som bestemmer Længden af b over en Vegtstang af første Slags. Hvorved endnu ydermere kan agtes.

a) At vi have giort Forskiel imellem Inertien og den absolute Pression udi B og D, fordi ikke alle Pressioner hindre Bevægelsen ved deres Inertie saaledes som Tyngderne, udi hvilke den absolute Pression altid er Inertien proportionert. I den Tilfælde, da Luft eller Vand slaaer paa, og, uden at tynge Machinen, strax igien flyde fra, eller Elastrer og andre trykkende Kræfter drive en Machine, uden at besværes af deres Inertie; udi alle disse Tilfælde kunde de absolute Pressioner udi D og B endnu være de samme, ragtet at Inertien D er = 0.

Ligele-

§. 241.

Legger man, for at formindske Rivningen paa Jorden, Cylindrer under, som K, hvilke man, naar Byrderne ere overmaade tunge, endnu kunde giore saaledes, at de kunne drives om ved Vegtstænger, som KL, No. 1, 2 og 3, da haver man med et alle de Fordele, som kunne an-

Ligeledes om i Machinen intet uden en Machine selv, eller dens Inertie og Friktion skal bevæges, kan Modstanden i B endnu blive anseelig, endskiont at Inertien $B = o$.

b) At i den Hypothese af Vand- og Luft-Machiner, eller i Almindelighed af $D = o$, bliver

$$b = \left(\frac{-aA\beta}{3} + a\sqrt{\tfrac{1}{9}A^2\beta^2 + \tfrac{1}{3}B\gamma^2 A}\right) : B\gamma.$$

Hvilken Vardie af b om sættes i $(Kb) : \left(\frac{1}{3}Aa^2 + Da^2 + Bb^2\right)$, da findes den største Hastighed, som Byrden bor have.

Dersom endnu ydermere $B = o$, da bliver dog derfor b ikke en uendelig Storrelse, thi i Ligheden $B'b^2 = (\ell a - 2\beta b).\left(\frac{1}{3}Aa + Da\right)$, bliver da $\ell a - 2\beta b = o$, og $b = \frac{\ell a}{2\beta}$.

2) Exemplet i Vegtstangen er i og for sig ikke til megen Nytte, uden for saa vidt, som, at man af det kan slutte paa de andre Machiner, som for Ex. Hiulene og Vinderne. Begge kunde, som man let seer, betragtes under et og paa selvsamme Fod, som vi have i det nestforrige betragtet Vegtstangen. Saa at, om alle Benævninger giores som for i No. 1, og alle de omflyttede Inertier kaldes M, faaer man for Hastigheden af Tyngden r i Fig. 11. Taf. IV. og i Fig. 1. Taf. V. hvilken vi ville kalde b.

$b = \frac{Kb}{M + Da^2 + Bb^2}$, hvor vi ved b forstaae den lille Halv-Diame-

ter,

vendes til at bevæge de allerstørste Byrder paa anseelige Distancer hen over Horizonten, alene at man, i Steden for at bruge en eneste Vinde og et Tridse-Verk, som her i Figuren er blevet viist, bruger flere. Man kan og lade Tridse-Verkerne være borte, og ved Strikker hefte de i Byrden eller i det Underlag, hvorpaa den hviler, sammenfoie Byrden med

---

ter, hvorpaa Tyngden; og ved a den store, hvorpaa Kraften virker. Eller da her K atter igien $= \gamma a - \beta b$, bliver

$$b = \frac{\ell ab - \beta bb}{M + Da^2 + Bb^2}.$$

For nu videre at bestemme det Tilfælde, udi hvilket Bevægelsen, iblant alle mulige Stilninger af den samme Byrde, kan ved der samme Moment af Kraften blive den hastigste, behoves alene, at man i det forhen givne Differential ubi No. 1. sætter i Steden for $\frac{1}{3}A$, $\frac{M}{a^2}$, da man faaer

$$b = \frac{-\beta\left(\frac{M}{a} + Da\right) \pm \sqrt{\beta^2\left(\frac{M + Da^2}{a}\right)^2 + B\gamma^2(M + Da^2)}}{B\gamma}.$$

$$= \frac{-\beta(M + Da^2) \pm \sqrt{\beta^2(M + Da^2) + B\gamma^2 a^2(M + Da^2)}}{Ba\gamma}.$$

Hvorved videre kan agtes, ligesom før,

a) At naar man i Ligheden $b = \frac{\ell ab - \beta bb}{M + Da^2 + Bb^2}$ sætter den fundne Værdie af b, i Steden for b, da findes derved den største Hastighed selv.

b) Dersom den bevægende Kraft er uden Inertie og $D = o$, bliver $b = (-\beta M \pm \sqrt{\beta^2 M + B\gamma^2 a^2 M}) : Ba\gamma$.

c) De

med flere vertikale Vinder, hvilket enhver kan selv let forestille sig. Exempler paa deslige Machiner, hvorved overmaade store Stene af 650 Fods Længde, og imod 800 Centners Tyngde paa 2 Mile Vei ere blevne bortskaffede ved Vindernes idelige Flytning, kan sees i Perraults *Vitruve* Xde Bog 17de Cap., og i Leupolds *Theatro Machinario*.

§. 242.

---

c) Dersom den Byrde, som bevæges, ei yttrer anden Modstand, end ved sin blotte Inertie alene, som i det Tilfælde, da Taf. XII. Fig. 5. ved Vinder Byrder, som hvile over et horizontal Bret, trekkes langs hen efter Horizonten, da bliver i dette Tilfælde $\beta = 0$ og $b = \frac{\sqrt{B(M+Da^2)}}{B}$.

d) Angaaende den omflyttede Inertie M, da seer man let af det foregaaende, hvorledes den bør bestemmes. Nemlig, paa adskillige Maader, eftersom at Cirklerne i Hiulene og Cylindrerne i Vinderne enten ere fulde af Materie til eller ikke. For endnu at oplyse dette Slags Udregninger med et Exempel, ville vi betragte det Tilfælde, da i en Vinde, som den Taf. V. Fig. 1. Begge Cylindrerne ere af heelt Træe, og af en overalt ligedan Materie. Kaldes den hele Inertie af den store Cylinder A, dens Halv-Diameter cd, a. Taf. X. Fig. 7, Halv-Diametern i en af dens Cirkler cb, x. ab, dx. Da er Peripherien $bef = \frac{px}{r}$, om Forholden af Peripherien til Halv-Diametern er den af $p : r$. Følgelig have i den lille Ring $\frac{pxdx}{r}$ alle Elementerne det samme Sving; deres hele Moment er $\int \frac{px^3 dx}{r}$. Derfor bliver det hele Moment af Inertien i Cirklen, hvis ubestemte Halv-Diameter er x, $= \frac{px^4}{4ra^3}$,

naar

§. 242.

Ligeledes, naar de anvendes til at løfte.

Man kan ligeledes ved simple Tridse-Verker og Vinder indrette høist bequemme Machiner, til at løfte de største Byrder op til anseelige Høider. Indretningen dertil kan skee paa adskillige Maader. Vi ville her forestille Opridset af en af de, som virkelig ere blevne brugte, angaaende hvilket de sidst-anførte Skribentere kunde efterslaaes.

Fore-

---

naar alle Inertierne antages som at være omflyttede til d. Og for den bestemte Halv-Diameter a bliver den hele omflyttede Inertie udi $d = pa^2 : 4r$. Men $\frac{pa^2}{2r} = A$, og saaledes bliver den udi $d = \frac{A}{2}$.

Sættes i den smallere Cylinder den hele Inertie $= \alpha$, da bliver den omflyttede Inertie i en af dens Cirkler omflyttet til $d = \frac{pb^4}{4ra^2}$. Men $\frac{pb^2}{2r} = \alpha$, følgelig bliver den hele omflyttede Inertie udi $d = \frac{\alpha b^2}{2a^2}$.

M bliver derfor i et saadant Tilfælde $= \frac{A}{2} + \frac{\alpha b^2}{2a^2}$. Legges dertil, som før i No. 1, $\frac{Bb^2}{a^2} + D$. Da bliver den hele omflyttede Inertie $\frac{\frac{1}{2}Aa^2 + Da^2 + (\alpha + B)b^2}{a^2}$.

Hvoraf sees, hvorledes i de sammensatte Machiner, efter Kræfternes adskillige Beskaffenheder, ved Inertiernes Omflytning alt kan bringes til de simpleste Betragtninger.

3) Dersom fiere Hiul satte ind i hverandre, som i Taf. VI. Fig. 2. og man kalder Halv-Diametern af det første Hiul c, eller af det, som Kraften virker paa, a; af sammes Axel-Hiul, b. Af det andet

Hiul,

Forestiller AB (Taf. X. Fig. 9.) en meget stor Steen f. Ex., der skal loftes høit op, som til LK; da bygges over den først en Stellage eller Rystning af stærk Tømmer, hvoraf man seer i Tegningen den ene Side forestilt. Over Stenen legges en efter Fornødenhed stærk Bielke CD, til hvilken den bindes fast med stærke Baand E, saa den ei kan falde. Rystningen forsynes oven til med Bielker q og med et Loft, hvorover legges to Cylindrer r, (saadane, som i Fig.

Hiul B, c; af det med samme omløbende Axel-Hiul E, d. Af det tredie Hiul A, e; af Axel-Hiulet, hvorpaa Tyngden T henger, eller paa hvilket den Modstand T, som skal overvindes, i Almindelighed virker, om Halv-Diametern kaldes f. Videre, om Inertien af det første Hiul, omflyttet til g, kaldes A. Af Axlen omflyttet til e, B. Af Mellem-Hiulet omflyttet til e, C. Af dets Axel omflyttet til b, D. Af det tredie Hiul omflyttet til b, E. Og af dets Axel omflyttet til K, F. Videre, om Inertien af Byrden T = T og af Kraften udi g = K. Da kan den i No. 1. forhen brugte Oplosnings-Maade endnu i alle Henseende følges, og derfor alt omflyttes til det Punkt b, udi hvilket Kraften middelbar virker paa det Hiul, der besværes umiddelbar af Modstanden. Da man strax seer, at Inertien af det tredie Hiul selv udi b er = E.

Af Lasten T er Inertien udi $b = Tf^2 : e^2$.

Af dette Hiuls Axel-Hiuls Cylinder er Inertien udi $b = F.f^2 : e^2$.

Af Mellem-Hiulet er Inertien udi $b = (C.c^2) : d^2$.

Af dets Axel-Hiul er Inertien udi $b = D$.

Af det første Hiul er Inertien udi $e = (A.a^2) : b^2$.

Og derfor atter igien udi $b = (A.a^2.c^2) : b^2 d^2$.

Af dets Axel-Hiul er den ligeledes udi $b = (B.c^2) : d^2$

Endelig af Kraften K er Inertien udi $D = (K.a^2 c^2) : b^2.d^2$.

Fig. 8. No. 2.) en paa hver sin Side, over hvilke den øverste Rysning siden legges, der bestaaer af stærke Bielker, som FG, paa hvilke horizontale Vinder *n* ere anlagte med deres Vegtstænger *an*. I FG og CD ere Tridser jevnsides anlagte, som Figuren viser. Omkring enhver Vinde, som *n*, er et stærkt Tou vundet og giort vel fast, hvilket, som man seer ved *pq*, lober ned forbi Tridsen *p*, siden omkring Tridsen o i den nederste Bielke, hvorfra det igien stiger op til

---

Saa at den hele til *b* omflyttede Inertie saaledes belober sig til
$(E+D)(d^2.e^2.b^2)+(T+F)f^2d^2b^2+(C+B)c^2.e^2.b^2)+(A+K)a^2c^2e^2.$

$e^2d^2b^2$

Af det forhen beviiße §. 118 sees strax, at naar den absolute Pressíon af Kraften K udi g er P, bliver Pressionen udi $b = \frac{Pac}{bd}$, og dens Moment $\frac{Pace}{bd}$. Men Lastens Moment er *tf*, om dens absolute Pressíon er *r*, saaledes bliver den hele bevægende Kraft udi $b = (acePbd - fbdr) : bd$, og derfor Pressionen selv $= (Pace - fbdr) : bde$. Følgelig bliver den hastiggiørende Kraft, derfor og Hastigheden selv udi *b*.

$$= \frac{(Pace - fbdr)\,edb : f}{(E+D)(d^2.e^2.b^2)+(T+F)f^2d^2b^2+(C+B)(c^2.e^2.b^2)+A+K)a^2c^2e^2.}$$

Men Hastigheden udi *b* er til den udi K $= e : f$, derfor bliver den søgte Hastighed udi K

$$= \frac{(Pace - fbdr)fdb}{(E+D)(d^2.e^2.b^2)+(T+F).f^2d^2b^2+(C+B)(c^2.e^2.b^2)+(A+K).(a^2c^2e^2).}$$

Hvorved fremdeles kan agtes.

a) At, naar man vil her igien, som forhen ved Differentiationen søge den største Hastighed, da er det tienligt, i Forveien at agte, at

til q, hvor det fæstes om den øverste Bielke, ligesom forhen udi E. Man kan ligeledes lade et og det samme Tou løbe omkring flere Tridser Bielkerne oven og neden, for det fæstes. Naar dette skeer langs hen igiennem over alle Vinderne og Tridserne, seer man let, hvorledes en saadan Byrde, i hvor stor den end var, maatte kunde hæves og føres op efter til hvad Høide man forlangte. Thi dividerer man med de løse Strikkers Antal, da faaer man den Deel af Tyngden, som trykker

at siden samtlig Hiulenes Tykkelser kunne antages efter Behag, da kan under Differentiationen, endskiønt at i den alle Hiulenes Halv-Diametrer bør ansees som foranderlige, dog E, D, F, A, C, B, saavel som T og K, ansees som bestandige. Derfor kan, til at forkorte Formulen af den forhen fundne Hastighed, sættes $E+D=G$, $T+F=H$, $C+B=L$, og $A+K=M$. Ligeledes da det egentlig er Forholden af Axel-Hiulenes til de til dem svarende Hiuls Halv-Diametrer, som skal findes, gior man i samme Hensigt vel i, i Steden for Halv-Diametrerne selv, at betiene sig af Størrelser, hvilke tilkiendegive deres Forhold; saa at $\frac{a}{b}=\alpha$, $\frac{c}{d}=\beta$ $\frac{e}{f}=\gamma$, da den forrige Værdie af Hastigheden derved forandres til denne anden

$$\frac{P(\alpha\beta\gamma)-r}{G\gamma^2+H+L\beta^2\gamma^2+M\alpha^2\beta^2\gamma^2},$$

hvori α, β, γ ere foranderlige Størrelser, og Spørsmaalet derfor i sig betragtet ubestemt.

For derfor at bringe det til en bestemt Form, behøves alene at iagttage, at $\alpha\beta\gamma$ er egentlig den ubestemte Størrelse, hvorom her handles; thi er den først given, da siden $G\gamma^2+L\beta^2\gamma^2+H$ altid ere positive Størrelser, saa sees strax, at jo mindre $\beta\gamma$ og γ tages, desto større bliver altid den søgte Hastighed. Saaledes bliver egentlig for saa

trykker paa en af dem §. 153, og til hvilken Kraften skal forholde sig i forkeert Forhold af dens og Lastens Vegtstænger.

Er Byrden saaledes bragt til den Høide, som forlanges, da er det dog sædvanlig ikke let mueligt, i Bygninger for Ex., strax at faae den lige over det Sted, hvor den bør legges. Man betiener sig derfor af Cylindrerne, hvilke skydes tvert hen over Bielkerne q, ved Hielp af Vegtstænger, saa længe til Byrden er bragt lige hen over det Sted, hvor den skal legges ned.

Deraf

---

vidt Differentiationen angaaer $\alpha\beta\gamma$ alene den ubestemte Størrelse, og om $\alpha\beta\gamma = x$, bliver Hastigheden

$$\frac{Px - t}{Mxx + H + G\gamma^2 + L\beta^2\gamma^2},$$

hvori x alene bør differentieres, som foranderlig, saa man faaer $P(Mxx + H + G\gamma^2 + L\beta^2\gamma^2) = 2Mx^2P - 2Mtx$,

og $x = \frac{t}{P} \pm \frac{1}{P}\sqrt{\frac{(P^2)H + G\gamma^2 + L\beta^2\gamma^2)t^2}{M}} = \alpha\beta\gamma$,

hvilket er i alt overensstemmende med det som angaaende Machinernes fuldkomneste Brug er blevet bevist af Hr. Leonhard Euler *Acta Petropolit.* Tom. X. *De Machinarum usu maxime lucroso.*

b) Saafremt derfor at Machinen skal giøre sin største Virkning, maa Forholden af samtlig Hiulenes Halv-Diametrer til samtlig Axlernes, i sammensat Forhold udgiøre den fundne Værdie af x; og ikke det alene, men Forholden af Mellem-Hiulenes Diametrer til de til dem svarende Axel-Hiuls Diametrer bør ikke overgaae den Forhold af $1 : 1.\sqrt{ea}$, saa at derfor det første Hiuls Halv-Diameter til dets Axel-Hiuls Halv-Diameter bør altid giøres saa stort, som det efter Omstændighederne kan være mueligt.

c) Hvoraf

Deraf forstaaes fuldkommen, hvad vi i det foregaaende have sagt §. 116, at Vinderne, saa simple Machiner, som de endog ere, ikke desto mindre ere overalt i Brugen høist vigtige Machiner, hvorved de største Ting kunde udrettes. Saaledes var det ved simple Vinder og Tridser, at den berømte Fontana løftede i Rum den ugemeen store og omfaldne Obeliscum, hvorom Leupold videre kan efterslaaes i det ofte omtalte Theatro Machinario.

§. 243.

Vegtstangens Forening med Hiulene, for at bevæge langs hen efter Horizonten.

For at bevæge Byrder langs hen efter Horizonten gior man Brug af en meget bequem Machine, som er intet andet end en Sammensættelse af en Vegtstang og et eller flere Hiul. Man seer Taf. XI. Fig. 1. denne Machine, som ellers gemeenlig kaldes Vegtstangen af Garousse, efter sin Opfinderes Navn. K er en Axel, hvorpaa er fæstet et takket Hiul, AB er en Vegtstang, som ligger an i det Hvile-Punkt C. I *a* og *b* ere to Jern-Stænger *ae*, *bh*, som gribe ind med Hager i Hiulets Takker udi *e* og *h*.

c) Hvoraf sees, at naar man end ikke engang haver Hensigt paa Friktionen, foraarsager dog Inertiens Bevægelse alene, at jo mindre Hiul man kan bruge i en Machine, desto bedre er det altid.

d) Hvoraf atter igien fuldkommen forstaaes, at de Regler, som bør iagttages i Machinens og dens Inerties virkelige Bevægelse ere af en langt anden Beskaffenhed end de, som Ligevegten udfordrer. I Bevægelsen nemlig bliver det altid en Sandhed, at jo simplere en Machine er, desto bedre er den. Hvilket var den Sandhed, som vi ved denne hele Anmerkning i sær vilde bevise.

I *l* er en Krog, udi hvilken er festet den ene Ende *l* af en Snor, som lober om en bevægelig Tridse L, og gaaer fra den igien omkring Axlen af Hiulet K. Tridsen L henger fast i en Art af lav Vogn P, der bevæger sig over lave Hiul, og paa hvilken Tyngden N hviler.

Naar Vegtstangen AB bevæges og trykkes ned i B, da glider *bh* med sin Hage bedre ned, og griber ind i den nest hosliggende Takke, imidlertid at Stangen *ae* trekker det hele Hiul en Takke omkring. Drives derpaa Vegtstangen AC igien ned efter, da falder Krogen *ae* tilligemed ind i den nest neden for liggende Takke, og Stangen *bh* med Hagen *h* driver imidlertid Hiulet en Takke meer om, saa at Bevægelsen skeer saaledes idelig, og Hiulet gaaer bestandig om. Alt som Hiulet gaaer om, vikler sig Snoren om Axlen K, hvorved den bestandig forkortes, og Byrden folgelig slæbes fort med Vognen.

Naar man vil udregne de til Ligevegt nodige Kræfter, maa agtes; at vi her ei see paa, hvad den virkelige Modstand er af Tyngden paa Vognen, siden dette beroer simpel hen paa den saa kaldte Friktion, eller Delenes Rivning, hvilken i det folgende skal blive forklaret. Vi ville her simpel hen kalde den hele Modstand af Tyngden og Vognen M, da derfor i L er en los Tridse, bliver Lasten, som i *n* trykker paa Axlen af Hiulet $= \frac{1}{2}M$. Er fremdeles Forholden af Axlens Halv-Diameter *nk*, til Hiulets Halv-Diameter $a : b$. Da er $b : a = \frac{1}{2}M : \frac{aM}{2b}$, hvilket er den

Deel

Deel af Lasten, der staaer over alt imod paa Peripherien af Hiulet udi *e* eller *h*. §. 120. I.

Da nu videre denne Last $\frac{aM}{2b}$ virker imod Vegtstangen AB, efter de Direktioner *eaf* og *hgb*. Kastes da fra C Perpendiklerne ned paa *ef* og *nb*, som Modstandens Direktioner, saa blive Perpendiklerne C*a* og C*g* Vegtstængerne, hvorpaa Lasten virker, imidlertid at de i A og B paa Stangen anlagte Kræfter virke paa samme perpendikulær. Saa man faaer, eftersom Stangen trykkes ned i A eller i B til, en af disse Ligheder, hvorved den til Ligevegten fornødne Kraft bestemmes; nemlig, om Kraften kaldes K, enten K.AC $= \frac{aM}{2b}$. C*g*, eller K.BC $= \frac{aM}{2b}$. *a*C. §. 31.

§. 245.

Vil man med mindre Kraft iverksætte Bevægelsen ved denne Machine, da behoves ikkun at legge et Hiul til, hvilket er blevet viist i Udkast af Hoved-Delene Taf. XI. Fig. 2. Hiulet K, hvis Axel er R, griber med sine Takker ind i Axlen N af Hiulet P. Resten er som for, og man seer af det allerede forklarte, saavelsom af §. 131, at Kraften forholder sig til Lasten (om Perpendiklen *f*C = C*g*, og AC = BC) som *nc*. No. C*g* : *c*O. N*h*. CB.

Tiende

Tiende Forelæsning.

Fortsættelse af det forrige.

§. 245.

Adskillige Kraners Beskaffenhed forklares.

Man forstaaer, som i det forrige allerede er bleven sagt, ved Kraner Løfte-Machiner, hvorved Tyngder kunde tages paa et Sted og legges hen paa et andet, til hvilken Ende de have en bevægelig Snabel. De ere ikke andet end enten simple Machiner, eller paa adskillige Maader sammensatte af to eller tre simple. Vi ville her anføre nogle af de beste og bequemmeste, da Nytten af disse Machiner er overmaade stor i en Mængde Tilfælde, i sær ved Bygninger og Godsers Ind- og Udlosning paa Skibe.

* En saadan simpel Kran, i hvilken det, man kan kalde Mekanisk, er aldeles intet andet, end en simpel Vinde, sees Taf. XI. Fig. 3. Desuagtet, i hvor simpel at denne Machine er, er den dog ved Bygninger heist nyttig.

E er den underste Rystning af Machinen, som bær udi AB en Vinde. Rystningen E stiver og holder en Cylinder G, som allerøverst oppe udi *n* slutter sig med en cylindrisk Tap, paa hvilken Snabeln *ik* hviler tildeels. L er et Stykke Træe, som ligeledes hielper til at bære Snabeln, og desuden kan bevæge sig omkring en cylindrisk Tap udi M, hvorfor og L saa meget som mueligt

ligt maa nærme sig den Linie, hvorudi *n* ligger, at Svinget af Snabeln kan blive desto større, hvilket ellers derved forhindres, at M og *n* falde over adskillige Linier. Omkring Binden AB løber Snoren *h*, hvilken igien gaaer over Tridserne *i* og *k*, holdende i en Krog T Byrden *t*, der skal løftes, hvilken sidste gaaer alt høiere og høiere op, efterhvert Snoren faaer meer og meer viklet sig om Cylindren af Binden.

§. 246.

I Steden for at legge Snabeln af Kranen an, som i Fig. 3, siden der den Uleilighed falder for, at M og *n* ei falde over samme Linie med hverandre; kan man ei alene lade Snablen, som i Fig. 4, hvile paa den koniske Tap af Cylindren G, men og i *p* ved Hielp af Stiverne *q*, og en Tømmer-Forbindning rundt omkring *p*. Det horizontale Snit igiennem *p* vises i Figuren udi S, hvori man seer den cirkulære Aabning i Plankerne, som Tømmer-Stokken G gaaer igiennem, saa hele Machinen omkring den i *p* kan bevæges, som Figuren videre viser.

Man kan legge Snabeln af Kranen an paa en Mængde andre Maader; men deri er ingen Vanskelighed. I Steden for at lade Snoren løbe simpel hen ned til Byrden, kan man, som i Taf. X. Fig. 10, ved *t* anlegge en løs Tridse, hvorved strax vindes det Halve i Henseende til Kraften.

§. 247.

Den Kran Fig. 4. er den saa kaldte Franzøsiske Bygnings-Kran. Den og andre ere deri adskillige fra de af forrige Slags,

at hele Machinen er bevægelig om Cylindren G, i Steden for at før Snablen alene kunde dreies om. E er Rystningen, som støtter den hele Machine, og forstaaes fuldkommen vel af Tegningen. Hoved Stolpen G, som støttes af denne Rystning, reiser sig i Høiden indtil *n*, hvor den har en Tap, paa hvilken Snablen hviler, hvis Længde man bestemmer, efterfom enhver given Tilfælde, i hvilken Machinen skal bruges, det udfordrer. Da den er let, kan den flyttes fra Sted til Sted.

Man seer, hvorledes denne Snabel videre holdes af Stiverne *q* og af Tver-Træerne o, saa den ei bøier sig eller brekker. Resten den angaaende forstaaes af Tegningen og af det i §. 246 allerede sagte.

Ved Hielp af Tømmer-Stokkene S, L og N henger fast med Snablen og dens hele Rystning et Træde-Hiul o, som indvendig er belagt med Trin, at 2, 3 til 4 Personer kunde efter Fornødenhed, alt som Byrden er lettere eller tungere til, gaae paa begge Sider omkring i Hiulet og bevæge. P er Hiulets Axel, bevægelig rundt om ved Tapper, som ligge ind i Tømmer-Stokkene L og S. I Q er en Snor hæftet omkring Axlen af Hiulet, som fra den af stiger og slaaer sig over de faste Tridser R. Byrden *t* henger i en Krog i Enden af Touet. Bevægelsen skeer derved, at Træde-Hiulet o drives om, hvorved Snoren Q vikler sig om Axlen af Vinden, og Byrden *t* stiger. I de Huller, som sees i Snabeln, legges Trin, som i en Stie, at man magelig kan gaae op og legge Snoren ned i Tridsen. Hele Kranen kan dreies om ved Vegt-Stængerne N*p* og R*r*.

Udreg-

Udregningen af de Kræfter, som til Ligevegt behøves, gjøres meget let, da alt kommer an paa Træde-Hiulet og Halv-Diametern af dets Axel, tilligemed det Antal Grader, under hvilket Hiulet trædes. §. 118. 120.

§. 248.

Ved See-Stæderne, hvor Kranerne idelig bruges, forvarer man dem sædvanlig imod Veirliget i egne dertil indrettede Bygninger, eller Huse; da enten alene Snablen, eller Tagget af Huset tillige med Kranen, eller det hele Huus er bevægeligt.

Vi ville her i sær forestille de to sidste Slags, da man seer Taf. X. Fig. 10. et Oversnit af en af dem, i hvilke Tagget er bevægeligt. A er et Træde-Hiul, som ved en Ramme B er hæftet fast til den vertikale Tømmer-Stok C. Man seer let, at der kan hænges i Ramme et Hiul paa hver sin Side af C, saa Kræfterne kunne saaledes fordobbles. Stokken C kan bevæge sig rundt om saavel i D, som ved Hielp af en Tap neden til i *a*. Oven til ere sammenbundne med Træet C, saavel Snablen E, som Halv-Sparrerne *f*, over hvilke rundt omkring Tagget er lagt an. Al Resten forstaaes temmelig let, og er til største Deel ikke uden Tømmermands Arbeid. Imidlertid kan, i Henseende til andre Profiler, efterslaaes Leupolds *Theatrum Machinarum*.

§. 249.

Den anden Art af Kran, som er bevægelig, tilligemed det hele Huus, (saaledes, som den bruges i Engeland, og er beskrevet af Muskenbroek *Physique* Part. I. efter Desaguliers i hans *Phys.*

Experiment. 3die Lection) forestilles Taf. XII. Fig. 1, hvor A er en stærk Stolpe, paa hvilken saavel Kranen, som hele Huset, der bedekker den, hviler. Snablen Q stikker alene ud af Huset. Rystningen, som gior, at Foden A hviler paa en bred Grundflade, sees i Figuren. Derved staaer Kranen sikker, og desuden holder Snablens Længde Resten af Machinen udi Ligevegt.

F ere Stolper, paa hvilke Tver-Træerne I og S ere hestede; til dem svare lige over for paa den anden Side af Machinen en ligedan Forbindning af Træe, hvorpaa Axlerne af Hiulene H og *q* hvile, og kunde, som sædvanlig, bevæge sig rundt om ved Tapper. E er et Haandgreb, ved hvilket den hele Machine sættes i Gang. *q* er et lidet Hiul, som med sine Takker tager i det større ligeledes takkede Hiul L, og i dette sidste er Axlen H. Omkring H gaaer en Snor, som siden løber langs hen under Snabeln over Tridsen N, gaaer videre omkring den Tridse P op til Krogen udi *b*. Ved Tridsen P henger den hele Tyngde T fast, som skal føres op i Heiden. D er Huset, som i o og *x* henger fast ved Cylindren A; i o ved en Tap, i *x* ved en cirkulær Aabning, ligesom Figuren viser.

Den løse Tridse gier, at om Lasten, som skal løftes, kaldes L, bliver den Deel af samme, som trykker paa Axlen $H = \frac{1}{2}L$, og den Deel af Lasten, som trykker paa en af Takkerne i Hiulet L, beløber derfor, (om Halv Diametrerne $cH : cL = a : b$,) $\frac{aL}{2b}$; hvilket saaledes er den Deel af Lasten, der trykker paa Takkerne af Hiulet I. Er Halv-Diametern af dette Hiul *c*, Halv-Diametern, Kraften

virker

virker paa ved Vinden, $= d$, og denne sidstes Virkning idelig ansees som perpendikulær; da bliver den hele Kraft paa Vinden $= \frac{acL}{2bd}$

§. 250.

I de fleste Kraner kan man, ved at vinde om til den anden Side, eller om Tyngden er ansеelig, ved at lade den selv trekke Machinen, ligesaavel lade Tyngder falde ned efter, som løfte dem i Høiden. Men derved er en stor Uleilighed, at saa snart som Kraften, i at trekke, giver det mindste efter, begynder Byrden strax at falde; Ligeledes staaer man og Fare for, om man ikke holder imod, at en Byrde, som først er kommen i Fart, falder siden idelig stærkere og stærkere, og endelig med saa stor Magt, at Machinen kan brekkes, og at meget uangenemme Hendelser kunde foraarsoges. For at forekomme alt dette i de Kraner, som bestemmes til at løfte store Byrder, kan man betiene sig af den Indretning, som i den sidstomtalte Kran er bleven anvendt. Nemlig, i Fig. 2. forestiller q det lille Hiul udi Fig. 1. Bag ved q paa Axlen af dette Hiul maa man forestille sig det takkede Hiul t, i hvis Takker falder den Jern-Klinke K med en spids Hag, der holder imod, saa at Machinen nok kan bevæge sig omkring efter en Kant, men ikke igien løbe tilbage, følgelig Tyngden heller ikke synke, om saa var, at Kræfterne under Bevægelsen skulde give efter. Fig. 2 og 1 sees i g en Vegtstang, der i Fig. 2 bevæges om det faste Punkt C.

Trekker man i den Traad PR, da bevæges Vegtstangen AP. Den Ende A gaaer ned efter, og med den Stolpen D, som henger fast med en Ring HEF over en Nagle udi H. Ringen HEF,

som ligeledes ligger an i en Nagle F, ved en fast Stolpe FG, bevæges derved ned efter, og nærmer sig meer eller mindre en Træe-Ring *p*, hvilken ligger inden for paa Axlen af det takkede Hiul *t*, eftersom man med meer eller mindre Styrke trekker paa Snoren RP. Imidlertid gaaer den Ende P af Vægtstangen AP op efter, tilligemed en Pind, som bevæges høiere og høiere op i Aabningen T, hvorved, naar den i samme kommer til det øverste, den da tillige støder an paa den bevægelige Stok V, hvorpaa denne løfter sig tillige med K, hvis Hage gaaer ud af Takken, saa den hele Machine kan bevæge sig frit om til den anden Side, og følgelig Tyngden T (Fig. 1.) kan synke ned efter. Man kan agte, at Klinken K hænger fast i Stolpen N bevægelig om en Axel N. Stokken *r*T er ligeledes udi *r* alene fæstet fast ved Klinken K.

At imidlertid Tyngden T deels ikke skal komme udi for stærk Fart, om den er anseelig tung; deels at den skal kunde blive holdt an og hvile, naar man vil, kan alene trekkes saa stærk paa Snoren PR, at HEF støder an paa Træe-Cirklen *p*, da disse to Cirklers Rivning paa hverandre er, efter hvad siden skal blive viist, meget anseelig, og stærk nok for at giøre, baade at Tyngden T falder, om man vil, langsommere, og naar man presser dem endnu stærkere sammen, at den aldeles hviler uden at falde. Desuagtet, da det endnu kan skee, at den, som styrer Byrdens Fart ved Snoren PR, kunde være forsømmelig, eller om Snoren brast, uheldig i at regiere den faldende Tyngde; saa er i y en Fieder lagt, hvilken, i det Stolpen D gaaer ned, af den sammentrykkes. Saasnart derfor at Trykningen af Snoren RP giver efter, gaaer Federn *q* tilbage igien,

hvorved

hvorved Ringen E kommer paa sit forrige Sted, saavelsom K, der falder paa nye ind i Takkerne, saa at Tyngden ikke meer kan falde.

§. 251.

Andre Maader at gjøre Lofte-Machiner paa.

Man seer Taf. XII. Fig. 3. en anden Lofte-Machine, hvis Rystning bestaaer simpel hen af et Tridse-Verk og af en Vinde, nemlig B er Tridse-Verket, i *e* faste Tridser. Fra den ene af dem løber omsider Strikken ned til Vindens Axel; Vinden drives om ved Vegtstængerne *ba* og *cd*. Er Strikkernes Antal *n*, Forholden af Vegtstangen *cd* til Cylindrens Halv-Diameter den af $a : b$, Lasten T, da er i Ligevegten Kraften paa en af Vegtstængerne $\frac{T}{n} \cdot \frac{b}{a}$. De virkelige Storrelser kunde søges i Fødder paa den hosfoiede Maalstok.

§. 252.

Videre kan det skraaeliggende Plan forenes med Vegtstænger, eller med en Vinde eller Hiul, saaledes som man seer udi Taf. XII. Fig. 5; hvor ABC er et skraaeliggende Bret, over hvilket fra Byrden T, der skal hæves, gaaer Strikken T*q*, løbende hen over Axlen af Vinden, eller Axlen af et Hiul, som man kan forestille sig at staae i Vindens Sted. Da man let seer, at Last og Kraft i Ligevegt forholde sig til hverandre, om TO er parallel AB, som AB. O4 : BC. O*q*.

§. 253.

§. 253.

I Fig. 4 forekommer en Machine, sammensat af et Tridse-Verk A, ophengt i en Stellage, som Figuren viser udi B. Fra Tridse-Verket gaaer en Snor C omkring Axlen af Hiulet D. En anden Snor er fæstet fast paa og viklet omkring Hiulet D, hvorfra den gaaer over Axlen af den vertikale Vinde F, som, efter det forhen forklarte, drives om ved Vegtstængerne udi G.

Er de løse Strikkers Antal n, Lasten L; bliver den Deel af samme, som trykker paa Axlen af Hiulet $D = \frac{L}{n}$. Er Axlens Halv-Diameter a, Hiulets b, da bliver Kraften, som stiver Snoren $R = \frac{aL}{bn}$. Sættes videre i Vinden Axlens Halv-Diameter c, Armens Længde i G, d. Da bliver Kraften, som udfordres til at holde Ligevegt med Lasten udi $G = \frac{caL}{bdn}$. Kaldes Høiden h, hvortil Byrden T ved Tridse-Verket skal løftes, da bliver Snorens Længde omkring Hiulet $D = \frac{h.n.b}{a}$.

§. 254.

Man kan ligeledes forene Skruen med andre simple Machiner. Hvorledes af den og Vegtstangen kan giøres et Løfte-Verk, viser Taf. XIII. Fig. 1. Machinen er alene i Henseende til Maaden at løfte paa, adskillig fra det, som vi forhen have talt om Skruen. Udregningen derimod af Kraft og Last udi Ligevegt er den samme som for §. 218.

§. 255.

§. 255.

Udregning af Skruen uden Ende.

Forener man derimod Skruen med Hiulet, da faaes derved en overmaade stærk Lofte-Machine, som tillige, i Henseende til Maaden at bevæge paa, falder mangfoldig bequem. Man kalder en saadan Machine, hvor den convexe Skrue er forenet med et Hiul, **Skruen uden Ende**, fordi den kan veltes om uden Ophor og Ende, da de andre Skruer ei have uden en vis Høide at løbe op eller ned paa. Vi forestille den her i et Par Machiner, for tillige at vise, hvorledes den i Brugen virkelig kan anvendes til Nytte.

I Taf. XIII. Fig. 2. er ABCD en Stellage, som bær et Tridse-Verk IF, og desuden i *eab* en Skrue uden Ende; nemlig *a* er Skruen, som hviler i *e* saaledes, at den kan bevæge sig rundt om i Tapper paa disse Steder. *c* er Hiulet, i hvis Takker Skruen griber ind; *g* en Hage, som falder ind i et Hiuls Takker, som er sat paa den anden Ende af Cylindren K, ligesom Hiulet *c* staaer foran paa denne Cylinders forreste Ende. Hagen holder imod, saa at Tyngden ei kan trekke Machinen tilbage. *b* er et Haandgreb, hvormed Skruen veltes idelig om. For et hvert af dens Omløb gaaer en Takke ind og en anden ud af Skruen. Imidlertid at saaledes Hiulet gaaer omkring, vinder sig Snoren af Tridse-Verket om dets Axel, hvorved den forkortes, og Tyngden tilligemed Tridse-Verket stiger.

For at udregne denne Machine, ville vi betiene os af den allersimpleste Maade, da Udregningen er intet mindre end vanskelig. Vi ville sætte for Ex. at i Hiulet ere 20 Takker, Kraften maa da 20 Gange beskrive Peripherien, hvis Halv-Diameter er *en*, førend

at Snoren faaer en gang viklet sig om Axlen af Cylindren. Men Peripherierne forholde sig som deres Halv-Diametrer; kaldes da Axlens Halv-Diameter a, Haand-Vindens Halv-Diameter b, og Virkningen af Kraften antages bestandig lodret paa denne sidste, da forholde sig de i denne Henseende af Lasten og Kraften i samme Tid beskrevne Veie som $20b : a$.

Er i Tridse-Verket 4 løse Strikker, og Lasten kaldes L, da bliver den Deel af Lasten, som tynger perpendikulær paa Halv-Diametern af Cylindrens Axel $\frac{L}{4}$, og om Kraften kaldes K, den nemlig, som til Ligevegten behøves, da bliver $\frac{L}{4} : K = 20b : a$ og $K = \frac{aL}{80b}$. §. 16.

§. 256.

* Vil man udregne Skruen uden Ende af det forhen beviste om Skruen og Hiulene, da skeer det ligeledes overmaade let, thi betragter man Hiulet alene, uden at bekymre sig om Tridse-Verket, og kalder dets Halv-Diameter c, men Axlens Halv-Diameter a; da bliver den Deel af Lasten, som trykker paa en Takke i Hiulets Peripherie, $\frac{aL}{c}$, hvilket tillige er den Tyngde, der trykker paa Skruen, for ved Hielp af Vindens Halv-Diameter b at overvindes. Følgelig, om to Skrue Giengers Distance kaldes n; Forholden af Halv-Diametern til Peripherien $r : p$, Kraften K; saa faaes $\frac{pb}{r} : n = \frac{aL}{c} : K$ og $Kb = \frac{rnaL}{pc}$. §. 217. 218.

Da

Da nu $\frac{pc}{rn}$ er Takkernes Antal, saa sees deraf, at denne Værdie stemmer fuldkommen med den forrige i §. 255.

§. 257.

Den anden af de Machiner, i hvilke Skruen uden Ende bruges, og som vi her ville opholde os ved, er den sædvanlige Formands-Vinde. Man seer dens udvortes Skikkelse Taf. XIII. Fig. 3, saaledes som den kan bruges til at løfte med, baade oven ved i A, naar det, som skal løftes, staaer høit, og neden ved i B, naar Byrden ligger lavt. C er Haand-Vinden, hvorved Machinen sættes i Bevægelse, og den Halv-Diameter, som Kraften ved samme faaer at virke paa, forestilles ved *gf*. Fig. 4, i hvilken Figur Machinen vises i sit indvendige Oversnit.

Lastens og Kraftens Veie, som igiennemløbes udi samme Tid, findes overmaade let, naar man agter Fig. 4, at *bc* er en Stang med Tænder, som kan bevæge sig op og ned; *a* et Hiul, besat med smaa Stokke *n*, som gribe ind i Takkerne *d* af Stangen. I Takkerne af Hiulet griber igien ind en Skrue uden Ende *e*, hvilken drives om ved Hielp af den Vegtstang *fg*.

Saafremt at i Hiulet ere 20 Takker, og Peripherien, som beskrives af *gf*, kaldes *p*; maa Kraftens Vei i den Tid, da Hiulet engang gaaer om, blive $= 20p$. Saafremt ydermere, at Hiulet er besat med 6 Stokke, som *n*, maa, mens Hiulet *a* engang gaaer om, 6 Takker i

Stangen *bc* stige i Høiden. Da nu Lasten altid stiger tilligemed denne Stang, saa er Lastens Vei 6 Takkers Distance paa Stangen. Følgelig, siden Last og Kraft forholde sig som de i samme Tid beskrevne Veie forkeert tagne, §. 16, saa forholder sig og Lasten til Kraften efter det, vi her have antaget, som 20 Gange Peripherien beskreven med Halv-Diametern *gf* til 6 Takkers Distance paa Stangen *bc*. Man kan, angaaende de adskillige Slags af disse Machiner, videre efterslaae Leupolds det sidstanforte Theater.

§. 258.

Forener man Skruen uden Ende med flere Hiul, da er ingen Last saa stor, den jo i Theorien med en saa liden Kraft kan holdes, som man selv behager; men i Brugen, hvor det kommer an paa, deels om Takker og andre Machinens Dele kunde holde, deels at fuldføre Virkningen i en maadelig Tid, er det igien noget langt andet. Saa man kan derfor i den virkelige Machinernes Indretning til Brug ikke vente sig meer af denne Machine end af de andre. Dens rette Sted i Machin-Væsenet er, hvor man af en eller anden Aarsag seer paa en langsom Bevægelse, der kan den frem for andre med Nytte bruges, men ikke, hvor Bevægelsen skal være nogenlunde hastig; med mindre at Byrdens og Kraftens Sted ombyttes, da Lastens Bevægelse ved Skruen uden Ende kan blive saa hastig som man vil, men dertil udfordres da altid anseelige Kræfter.

Ellevte

Ellevte Forelæsning.

Om de bevægende Kræfter, og Fortsættelse om de fornemmeste Maader at bevæge paa.

§. 259.

De Kræfter, som bevæge Machinerne, eller hvoraf man til deres Bevægelse betiener sig, ere adskillige. Saaledes er det snart et flydende Vand, snart en vindig Luft, snart Mennesker og Dyr, snart elastiske Fiedre og Tyngder, snart Rog og Damp, som man gior Brug af, for at sætte Machinerne udi Gang. Hvad Kræfter man bruger til at bevæge Machinerne.

I at vælge en af disse Kræfter frem for de andre, seer man fornemmelig paa, hvad for nogle af dem der ere mindst bekostelige; hvilken af dem efter Omstændighederne best kan haves og bruges, som tillige haver de fornødne Kræfter for at iverksætte den forlangte Virkning, og som udfordre den mindst sammensatte og mindst kostbare Machine, saa man ei behover at giøre Machinen vidtloftigere alene for Kraftens Direktions Skyld; med mindre saa er, at

de ovrige Fordele igien overflodig erstatte det saaledes giorte Tab.

§. 260.

Hvad man i sær bør iagttage ved at betiene sig i Machinerne af Menneſker og Dyr.

Vi have i det forrige anfort en Deel af de Maader, paa hvilke Menneſker kunne bruges ved Machinerne. Vi ville her deraf igientage den vigtige Anmerkning, at man for alle Ting maa see paa, at Legemets Stilning falder utvungen, og at saavel Tyngden af Legemet, som Kræfterne af det hele Legeme, kunne anvendes paa at drive Machinen. Derfor er Jord-Vinden ypperlig, fordi man ved den paa en bequem Maade kan anvende Kræfterne af det hele Legeme til at bevæge; Træde-Hiulene ligeledes, naar Folk gaaer indvendig og bevæger med hele Legemets Tyngde. Men af denne sidste Aarsag maa man endelig see paa i disse sidste, at Lasten proportioneres Kraften saaledes, saa de Trædende komme til at staae i det mindste 30° hoit oppe i Hiulet fra dets nederste eller den det strygende horizontale Linie at regne. Ligeledes synes det tienligt, at disse Hiul bleve giorte saa brede, at de trædende Personer kunde gaae jevnsides ved hverandre. Thi naar de folge en efter den anden, komme de sidste gemeenlig til at gaae saa nederlig i Hiulet, og i det de flytte Fodderne, at løfte dem til en saa ringe Høide, at deres Virkning bliver meget ubetydelig.

§. 261.

Derimod kan man let giore Indretningen af en Machine saaledes, at et Menneſke eller Dyr kan martre sig under

der Arbeidet forgieves, uden dog at dets Kræfter giøre nogen synderlige Virkning paa Machinen; som for Ex. om man lader Folk eller Dyr træde udvendig paa vertikale Hiul, i sær saa tidt, som Folk enten siddende skulle drive et Hiul om, ved at sparke med Fodderne, eller staaende holde sig i noget andet, for at træde paa Hiulet og derved bevæge det. Eller Dyr, som med det ene Par Fodder staae paa en Stellage, skulle med det andet Par Fodder drive et vertikal Hiul om. Hvor tunge Byrder er, da kan den Bevægende aldrig yttre uden en ringe Deel af sine Kræfter, saa alle deslige Stilninger bør ei bruges, uden hvor den høie Nød dem udkræver. Alle Machiner af dette Slags, som i *Theatris Machinarum* forevises, ere derfor ikke uden lidet anvendelige i Brugen, i sær saa tidt, som de skulle trædes af Dyr, thi med Folk gaaer det endnu nogenlunde an.

Ligeledes kan agtes, at, endskiønt den Maade at bevæge paa med Armene alene er bedre, end de nylig omtalte, er den dog ulige svagere end den, hvor Styrken af det hele Legeme kan legges an.

§. 262.

Maade at anlegge Hiul, som trædes udvendig af Mennesker eller Dyr

Dersom man vil indrette Træde-Hiul, paa hvilke Dyr skulle gaae udvendig, da maa de giøres som skraaeliggende Planer, saaledes, som man seer det i den Art Molle Taf. XIII. Fig. 5, hvor AB er Axlen, som ligger an i A og B, D Træde-Hiulet, som man kan gaae ind i udi C, da den Trædendes Tyngde skal drive saavel Hiulet som Axlen AB om,

om, og staae i Ligevegt med en Kraft, som holder imod perpendikulær paa GE, i hvilken Stilning saavel Planet D som Kam-Hiulet G sættes perpendikulær paa Axlen.

For at giøre dette desto forstaaeligere, kan man kaste Øinene paa Fig. 6, hvor *ab* forestiller Axlen, paa hvilken saavel Træde-Hiulet D, som Kam-Hiulet G, er perpendikulær anlagte. *cd* forestiller Træde-Hiulets Halv-Diameter, *ge* Kam-Hiulets. Videre forestiller *fd* Horizontalen, *fdc* Træde-Hiulets Inklinations-Vinkel, og *cf* dette Plans Høide. Er da den hele den Trædende Krafts vertikale Kraft eller Tyngde = T, da bliver $\frac{T.cf}{dc}$ den Deel af Tyngden, som søger til at glide ned efter Planets Direktion, og følgelig den, hvormed Kraften maa holde perpendikulær imod over en Vegtstang, som *cd* i Planet D, (om den er stillet alleryderst paa det udi *c*) for ei at glide ned efter Planet, følgelig drives med denne hele Kraft Axlen AB eller *ab* om. Men da vi antage Lasten at staae imod udi *g* perpendikulær paa *ge*, kaldes da denne Last L, bliver $L.ge = T.cf$, og Lasten til Kraften som $cf : ge$. Træder derimod Kraften paa Hiulet udi *h*, da er $(T.cf.hd) : cd = L.ge$.

§. 263.

* I øvrigt sees, at Machinen saaledes, som den her er tegnet udi Fig. 5, er en Korn-Mølle, i hvilken Kam-Hiulet G driver en Drift H, med hvilken Kam-Hiulet I haver en felles Axel. Dette sidste Hiul I griber igien ind i Driften K, fra hvilken det opgaaende

Jern

Jern er hæftet med en Art Jern-Gaffel i den øverste Mølle-Steen, eller Løberen, som ligger, saavelsom den underste, eller Liggeren, inden i Steen-Kisten L, saa at naar Driften K løber om, Løberen i L løber ligeledes om og maler Kornet. Vi skulle handle udførligere om deslige Mølle-Machiner og deres Udregning siden. Her ville vi alene fremdeles agte, at Hiulet D maa for Dyr belegges med Stokke, som kunne hielpe dem til at holde imod; for Mennesker med fast horizontale Trin. Vinklen *fdc* Fig. 6. giøres for Dyr ei gierne større end til 20°. For Folk kan den giøres noget aabnere eller større. Øxer ere, fordi de have kortere Been, tienligere at bruge i dette Slags Machiner, end Heste, men de maa forud dertil afrettes. Omkring Planet D giør man et Gelender F, hvilende paa Tømmer-Stokke fra Grunden, til det bindes Øxen fast. Legges horizontale Stokke ind i et saadant Gelender, eller hvad anden saadan Stellage man selv vil, saa fra dette Gelender løbe horizontale Stokke ud; da, naar Folk i dem holde sig, hielpe de meget til at de kunde anvende alle deres Kræfter, for desto bedre at bevæge Hiulet. Men alt dette uagtet, ere de vertikale Hiul, som trædes indvendig, for Folk bedre; og de Slags Møller for Dyr, hvilke vi siden skulde beskrive; de nemlig, som drives om ved Hielp af en Vertikal-Vinde eller Axel.

§. 264.

Anmerkninger over Menneskers og Dyrs Styrke.

Da Personers Styrke er adskillig, saa kan man, angaaende de Kræfter, hvilke de kunne anvende i at drive Machinerne, intet vist fastsætte, fordi det beroer paa Legemets Bygning, Helbred, Underholdning, foregaaende

Øvelse, og endelig paa den Maade at arbeide paa, som Personen er vandt til. Sædvanlig regner man saavel i Henseende til Folk, som Dyr, at deres hele Styrke er af samme Storrelse, som deres Tyngde; men Regeln er ikke tilforladelig. Paa en Person, som lofter med sin hele Tyngde, kan man regne en Kraft af 100 til 150 Pd., da man derimod i vedvarende Arbeide ei kan regne paa meer end en Kraft af 26 til 28 Pd. Dansk Vegt i det høieste med 100 Fods Hastighed i Minutet. Og man gior endda altid best i, ikke at regne paa meer end 25 Pd. Ved hvilken Regning desuden er at agte, at om under Arbeidet Hastigheden af den Bevægende er 100 Fod i et Minute, kan Personen ei holde længere ud end i det høieste to Timer (*).

Videre, naar man regner paa 25 Pund, eller i det allermindste paa 20 med 100 Fods Hastighed i et Minut, hvilket er omtrent det samme, som at lofte $2\frac{1}{2}$ Lpd. Dansk Vegt til 1 Fods Høide i et Sekund, da er det i den Tilfælde, naar Personer trekke eller skyde afsted med Armene. I Træde-Hiulene, hvor hele Legemets Tyngde kan virke, kan man regne paa meget meer (**) endog indtil 60 à 70 Pd., med en Hastighed af 100 Fod i Minutet. Og i at bære paa Hovedet eller Skuldrene ere Kræfterne endnu langt større.

Man kan deraf bestemme Tiden, hvori en Person eller flere kunde giøre den forlangte Virkning, for Ex. om i en Machine

(*) La Hire *Memoires de l'Acad. Rojale des Scienc.* 1699.

(**) Svenske Videnskabernes Akademiets Afhandlinger for Aar 1744. Forsøg om Træde-Hiulene af Elvius.

Machine den Vei, Kraften havde at giore, for Tyngden blev loftet saa hoit, som man vilde, naar den holdt imod med 20 Punds Styrke var 1500 Fod, da behovedes dertil en eneste Mand i ¼ Time, saa man folgelig ei havde nodig at skifte Arbeidere, for Virkningen var til Ende. Var Veien, Kraften havde at giore, 3000 Ruther, den Pressjon, som skulde idelig anvendes, 50 Pd., behovedes 5 Mand i 3 Timer at fuldfore Virkningen. Thi 5 Mands Styrke, beregnet paa hver til 20 Pd., er 100 Pd., samme multiplicerte med 100 Fod i et Minut, eller 6000 Fod i en Time, belober 600000, og derfor i 3 Timer 1800000 Fod. Men 3000 Ruther, eller 36000 Fod, multiplicert med 50, udgior ligeledes 1800000, som trekker i horizontal Direktion. Det er derfor let at see, hvorledes man ligeledes altid kan vide, baade, hvor mange Personer der behoves til at drive en Machine, saa og hvor mange gange man maa skifte Folk, for at de kunne holde ud. Ligeledes kan deraf bestemmes, hvor meget man kan formere Personernes Antal, om man vil forkorte Tiden, saafremt nemlig, at man vil folge den sædvanlige Maade at regne paa, efter hvilken man sætter Tiden at tage af i den samme Forhold, udi hvilken at Kræfterne tage til. Endelig kan og den Virkning heraf sluttes, som Arbeiderne kunne giore i en vis given Tid, siden den sædvanlig kommer an paa Hastigheden af deres Bevægelse, men denne sidste sluttes let, naar den absolute Trykning er given. Thi antages samme at være 80 Fod, da kan Hastigheden i et Minut af den Kraft,

der bevæger, ikke blive meer end 25 Fod, imod at samme blev 100, naar den ei behovede at anvende meer af absolute Pression end 20 Pund.

§. 265.

Sædvanlig regner man Styrken af en maadelig stærk Hest syv gange saa stor som et Menneskes Styrke, eller 180 Pd., og at den kan med denne Størrelse af Kræfter i en Time bevæge sig igiennem et Rum af 900 tolv Fods Ruther i det høieste, og i dette Arbeide holde ud omtrent 3 Timer. Paa Oxer regner man meer end paa Heste, men Bevægelsen er derimod langsommere. I øvrigt maa man lige saavel ved Dyrene, som ved Mennesker, see paa, at de, i at bevæge, have en bequem Stilning, og at de kunne arbeide med hele Legemets Kræfter. I at trekke og skyde holder man Legemets Stilning for fordeelagtigst, naar det er inklinert under 60°.

§. 266.

Vi lovede nylig, at handle om et andet Slags Heste- eller Oxe-Møller. Man finder samme afregnet i Taf. XIII. Fig. 7. BA er en Vertikal Axel, som kan løbe rundt om ved Hielp af de Tapper, hvormed den slutter sig i A og i B. Paa denne Axel er i E lagt et Hiul EC, som med sine Kamme griber ind i Driften D, der hviler paa en fast Bielke udi H. K er Axlen af Driften, som gaaer op til Molle-Stenene i I, af hvilke den underste ligger ubevægelig, men

den

den øverste derimod er saaledes bleven forbunden med Gaflen af Jernet, der gaaer op i Stenen fra Axlen K, at alt som Axlen K bevæger sig omkring, maa den øverste Steen ligeledes bevæge sig om med den; saaledes, som i §. 263 er bleven forklart.

Antager man Mollen som giort, og at den Modstand, hvilken Kornet eller det, som males imellem Stenene, stræber imod Kraften med, kaldes M, og samme betragtes som at virke paa en Halv-Diameter r, hvilken vi siden nærmere skulle bestemme; da bliver den Deel af samme Modstand, som i C yttrer sig saavel paa Halv-Diametern af Driften, som paa Halv-Diametern CE, om Driftens Halv-Diameter kaldes a, $= \frac{Mr}{a}$. Er $EC = b$, $FG = c$. Da bliver, om Kraften i $G = K$, $K.c = \frac{Mrb}{a}$ og $K = \frac{Mrb}{ca}$. §. 44 og 131.

Ellers antager man sædvanlig, som en Regel i Hest-Mollers Indretning; at imidlertid, mens en Hest gaaer i en Omkreds af 30 Alen en gang om, bør Molle-Stenen løbe 14 til 18 gange om.

§. 267.

Adskillige Anmerkninger, som henhøre til Mollernes Indretning og Udregning.

Ved Hielp af de ved Mølle-Stenene giorte Forseg og de derpaa grundede Udregninger, som vi siden skulle faae Leilighed til at tale om, antager man sædvanlig M eller Kornets Modstand, der skal males, saa stor som den fem og tredevte Deel af Loberens, eller den øverste Mølle-Steens og dens Tilbehørs, Driftens nemlig og Jern-Stangens Tyngde. Men da Delene i Stenen bevæge sig

med ulige Hastigheder, som ere proportionerte deres Distancer fra Centret, saa bliver derfor r, eller deres Middel-Halv-Diameter, saa stor som to Trediedeel af Mølle Stenens Diameter (*). Man antager ligeledes som en Følge af Erfaring, at adskillige Mølle-Stenes Virkninger ere i sammensat Forhold af deres Tyngder og af de Middel-Hastigheder, hvormed de bevæges, som i alle dede Kræfter. Fremdeles kan agtes, at man i det høieste ikke lader Mølle-Stenen, i hvad Mølle det end og er, løbe tiere om end 60 gange i et Minut, fordi Melet bliver ellers varm og forderves. Mølle-Stenene ere altid saaledes hugne, at de ei ligge plat paa hverandre; Den øverste haver en Udhulning af en hul Keile, og den underste haver en forhøiet konisk Skakning. Høiden af Keilen er i begge meget liden, siden stor Høide ikke behøves, for at Kornet skal kunde glide ind under Stenen fra Øiet af og males; da Knusningen begynder først ret at skee, naar det er kommet om to Trediedeel af Stenens Halv Diameter ind under Stenen.

§. 268.

(*) Thi kaldes (Taf. X. Fig. 7. enhver Halv-Diameter i Cirklen som ca, ubestemt-Viis x, og Forholden af Halv-Diametern til Peripherien $d : p$, da er Bevægelsen i alle Punkter af den Peripherie $\frac{px}{d}$ den samme, og derfor er i Elementet $\frac{p}{d}xdx$ Bevægelsen den samme. Men af dette Element er Momentet $\frac{p}{d}x^2dx$, hvis Integral $\frac{p}{3d}x^3 = \frac{2}{3}x.\frac{p}{2d}x^2$ er Momentet af den hele Cirkel, hvis Halv-Diameter er x. Og for den hele Cirkel, hvis Halv-Diameter er cd eller a, bliver Momentet $\frac{2}{3}a.\frac{p}{2d}a^2$. Men $\frac{p}{2d}a^2$ er Cirklens Massa eller Indhold. Følgelig, naar Momentet derved divideres, faaes for Værdien af Middel-Vegtstangen $\frac{2}{3}a$.

§. 268.

I alle Møller kan man lette den øverste Melle-Steen, saa den snart falder stærkere sammmen med Liggeren, naar man vil male finere, snart igien staaer lidt længere fra den, naar man vil male grovere. Dette kan skee paa adskillige Maader, hvoraf her vises en af de fornemmeste udi Taf. XIII. Fig. 8, hvor vi ved D atter igien forestille en Drift, igiennem hvilken en Jern-Stang gaaer op til Løberen M, som den bær, og ligger i den anden Ende med en Tap an udi H; men LK er en Vegtstang, som ved Hielp af en Kile kan udi K drives op og ned, hvorved tillige Jern-Stangen DH, tilligemed Driften D og Løberen M kunde løftes og synkes. Man seer let, at samme Maade kan anvendes udi Fig. 7.

Maade, hvorpaa den øverste Molle-Steen kan lettes.

§. 269.

Man kan indrette dette Slags Møller saaledes, at Molle-Verket hviler paa to Axler med Hiul under, i hvilket Tilfælde de kunde føres med i Felten ved en Armee. Enhver kan meget let og fast af sig selv forestille sig, hvorledes dette kan sættes i Verk. Ellers finder man paa disse Møller en ordentlig Afstegning i Baiers Theater af Molle-Machiner 13de Cap. Vi ville ikke med deres Tegning og Beskrivning giøre dette Verk vidtløftigere, men alene sige, at efterat dette ovensagte er forklart, forstaaes Haand-Møllerne let, hvoraf vi her ville kortelig forklare to Slags, skiønt man af dem let kan optænke mange fleer. Den første sees Taf. VII. Fig. 1, som bestaaer lige frem af en simpel Drift G, hvis Axel fatter den øverste Molle-Steen eller Løberen,

Et Slags Haand-Querner beskrives.

og

og drives om af Kam-Hiulet F. Paa Enden af dette Hiuls Axel ere to Haand-Vinder anlagte, og da Kraften paa dem virker ulige ved Hielp af Strikkerne A og B, efterſom de enten i perpendikulær eller i ſkiev Stilning paa dem udøve deres Kræfter, ſaa er Quernen i E, C og D forſynt med Svinge-Lod, for i dem at ſamle alle de overflødige Kræfter, naar Kraften virker meer, end Mollen behøver, paa det at diſſe igien kunde drive Quernen i de Øieblik, da Kræfterne i A og B have en ubeqvem Stilning imod Laſten, ſaaledes, ſom forhen er bleven ſagt §. 122.

§. 270.

Svinge-Lods Nytte i Machiner med Skruer og Udregningen af deres Styrke.

Ved deslige Svinge-Lod indretter man Machiner af meget anſeelig Styrke i adſkillige Tilfælde. I ſær ere deres Virkninger betydelige, naar de i viſſe Tilfælde forenes med Skruen, i Mynte-Machinerne for Ex., og andre med Magt trykkende Machiner. Thi da en Skrues Bevægelſe ned efter er i et Omløb ikke uden to Skrue-Giengers Diſtance; er da, ſom Taf. VII. Fig. 1, Armen EE lang, bliver Loddenes Fart i EE imod Skruens meget ſtor, ſaa at, naar de drives haſtig om, i dem anſeelige Kræfter maa ſamles i den Tid, Skruen løber ned, da alle diſſe Kræfter ſiden i eneſte Slag anvendes i det Øieblik, da Skruen er ſynket dybt nok, for at ſtøde an paa det, ſom den ſkal ſammentrykke.

For deſto bedre at forſtaae Udregningen af diſſe Machiner, ville vi foreſtille os Skruen Taf. I. Fig. 9. *n* er et Punkt i dens Axel; Vegtſtængerne *an* og *nb* ville vi antage ſom lige lange, og

desuden

desuden forestille os, som om i *b* og *d* to Svinge-Lod eller Tyngder vare lagte, hvilke endelig og tilsidst bevægede sig i Cirkel-Bevægelse med en Hastighed af 10 Fod i Sekundet, imidlertid at Peripherien til $nb = na$ forholdt sig til Distancen af Skrue-Giengerne som 10 : 1. Dette forudsat, bør Kraften af Svinge-Loddene forandres til en ligegyldig Pression i Punds-Vegt. Antager man i denne Henseende til Unitet den Erfaring af Camus (*), at en Tyngde, som falder igiennem en Tommes Høide, gier den samme Pression, som 50 Gange dens Vegt; da behøves alene, af Loddenes Hastighed (som altid findes ved at dividere den igiennemløbne Peripherie med Tiden, i hvilken den igiennemløbes) at søge Høiden, som til den svarer Mekan. Forelæsn. §. 57, hvilken bliver i vores Hypothese $1\frac{2}{3}$ Fod eller 20 Tomme. Følgelig, da de levende Kræfter ere som Høiderne af Faldet, igiennem hvilke Hastighederne vindes, §. 274. 47. Mekan. Forel., kommer det paa et ud, hvad heller at en Kraft af 100000 Pd. trykkede paa Vegtstangen, eller om den blev drevet om af to Svinge-Lod af 100 Pd. Vegt med 10 Fods Hastighed i Sekundet. Men i Følge Skruens Natur er §. 27, om Modstanden kaldes M, $1.M = 100000.10$. Følgelig kan ved et saadant Svinge-Lod en Modstand overvindes af en Million Pds. Kræfter.

§. 271.

Et andet Slags Haand-Querne beskrives.

Det andet Slags sees Taf. VII. Fig. 6. Da man gior sig let selv et Begreb af Rystningen, som bær og holder

(*) *Forces mouvantes* Part. I. Chap. 3. Sect. 2. Prop. X. men disse Forsøg synes ikke at være tilforladelige, imidlertid ere ingen bedre giorte.

der Machinen, ville vi her alene opholde os ved de mekaniske Stykker. AB og *cd* ere to paa Kanten indhulede Skiver, sammenheftede ved Hielp af en vexet Snor. Paa deres Axler ere Svinge-Lod anlagte udi *e* og *f* af samme Aarsag, som for i §. 269. Jern-Axlen HIG er bøiet udi I, hvor den fattes af de to Jernstænger IL og IK, der ligge løse omkring den med Enderne, som to Ringe udi I, og henge ligeledes fast udi K og L ved to Vegt-Stænger, over hvilke de kunde glide. De bevægende Kræfter legges an paa Enden af Vegt-Stængerne udi *n* og *m*. Trekker man i disse Punkter først til sig og skyder siden fra sig, da drives derved bestandig Axlen HG om med Hiulet AB, som ved Snoren driver Skiven i *d*, hvis Axel igien paa den for sagte Maade forer Løberen *g* omkring. Dette Slags Møller ere i sær i den Henseende bequemme, at deres Dele ere lette, saa det Tab af Kræfter, hvilket i alle Machiner Inertien og Delenes Rivning forvolder, her ikke er anseeligt.

§. 272.

Anmerkning over de Machiner, som drives med Snorer.

Denne lille Machine giver os Anledning til tydeligere at tale om to Poster, som begge ere af nogen Betydenhed udi Statik. Den første er angaaende Maaden, at beregne de Machiner, der drives ved Snorer.

Man kan da agte, at denne Maade, at bevæge paa, er i sær tienlig, hvor to Hiul eller Skiver staae langt fra hinanden, og dog, for at fuldføre Virkningen, begge maa bevæges.

bevæges. Skiønt der ingen Vanskelighed bør være i at finde de Kræfter, som i deslige Tilfælde til Ligevegten udkræves, kan det dog maaskee være tienligt, kortelig at erindre, at saa tidt (Taf. XIV. Fig. 14.) en Snor, som ABC, løber omkring to deslige Hiul, som A og B, da, siden den overalt er lige stærk spendt, er Trykningen, som den forvolder, i A og B den samme, hvad heller at saa B er af samme Storrelse med A, eller større eller mindre end A; uagtet at disse Hiuls Omløb forholde sig til hverandre i forkeert Forhold af deres Peripherier.

Dette forudsat, seer man let, at saafremt som flere deslige Hiul hefte ved Snorer sammen, og løbe om med hverandre, er der dog ingen Forskiel imellem de Kræfter, der staae paa denne Maade i Ligevegt, og imellem de, som staae i Ligevegt ved Hielp af de sædvanlige Hiul: Thi antager man, at Snoren ved sin Trykning holder Tyngden T, (eller om man i T vil forestille sig en bevægende Kraft i Tyngdens Sted, hvilket da kommer paa et ud) saa bliver Kraften i $G = \frac{EF}{GF}T$. Hvilket og er den Trykning, som Tyngden T udøver udi D. Deraf følger igien, at Trykningen i A bliver $\frac{EF.DK}{GF.AD}T$, hvilken er den samme, som Trykningen i B. Hvoraf sees; at Kraften i B forholder sig til Lasten i T fuldkommen paa samme Maade, som i Hiulene, efter vores forhen beviste §. 131.

§. 273.

Hvorledes ved en retlinet Bevægelse en krumlinet foraarsages, og ved den sidste igien den første.

Det andet, hvorved vi for et Øieblik vilde opholde os, er den Maade at bevæge paa ved Vegtstænger, som i Machinen er blevet viist; hvilken i Almindelighed bestaaer i, ved en retlinet Bevægelse at foraarsage en cirkulær, eller paa en omvendt Maade, ved en cirkulær en retlined. Dette sidste bruges meget i alle Molle-Verker, for at sigte og rense Kornet. Man betiener sig dertil mest af Driften, og endskiønt Maaden, at iverksætte Bevægelsen paa, kan være adskillig, gaaer det dog i Almindelighed ud paa, hvad man seer i Taf. XV. Fig. 1; hvor Driften, som man forestiller sig anlagt i A, i det den løber om ved Hielp af Haandgrebet, eller den krumme Tap i B, og Stangen BC skyde FD frem og tilbage, men FD igien efter den Direktion EF det, som man vil have bevæget frem og tilbage i ret Linie. Vil man dertil ei bruge Driftens Axel selv, sætter man gierne et lidet Stierne-Hiul ved Siden af den, hvilket den driver om endnu hastigere, end den selv gaaer om, om dets Halv-Diameter er mindre. Stierne-Hiulets Axel foraarsager derpaa den retlinede Bevægelse paa den foromtalte Maade.

§. 274.

Forhold af Last og Kraft bestemmes.

Efter at have giort disse korte Afvigninger fra Materien, ville vi igien for et Øieblik foretage Machinen Taf. XII. Fig. 6. Kaldes Modstanden under Molle-Stenen *g*, M. Sammes Middel-Halv-Diameter *r*. Den af Ski-

ven

ven cd, d. Da bliver den Deel af Lasten, som spender Snoren i d eller A, $\frac{Mr}{d}$. Da HI er at anse som et Haandgreb, ville vi kalde dens Middel-Halv-Diameter b, i Følge §. 122, og Halv-Diametern af Skiven AB, c; saa bliver Lastens Virkning i I $= \frac{Mrc}{db}$. Men denne Last virker fremdeles paa Vegt-Stangen Lp, og Kraften paa np. Kaldes da Lp, a; np, x; og Kraften i n, K; saa bliver K $= \frac{Mrca}{dbx}$.

Tolvte Forelæsning.

Fortsættelse af det forrige.

§. 275.

Tyngders Brug ved Machinerne forklares.

Man bruger Lod og Tyngder ved Machinerne, deels for derved alene at bevæge dem, deels for at styrke og hielpe en bevægende Kraft, hvilken ellers i sig blev for svag. Man finder af deslige Machiner en Mængde i Boclers *Theatro Machinarum*, og man seer deraf et Slags Udkast i Taf. XV. Fig. 2, hvor A er et Kam-Hiul, som drives om ved Hielp af Haand-Vinden C, og griber ind i en Drift B, hvilken igien bevæger Loberen *f*. Kraften i C hielpes af den paahengte Tyngde T.

§. 276.

Man seer let, at Tyngden T, ved at virke paa Halv-Diametern af Cylindren H, kan drive Axlen om, og saaledes bevæge. Men man begriber lige saa let, at naar Tyngden T er falden ned saa langt, den kan komme og den omviklede Snor naae, staaer Machinen stille, saa man derfor nødvendig, om Machinen igien skal gaae, maa vinde Tyngden paa nye op til I, da den atter igien ved at synke bevæger Machinen.

Man

Man vinder derfor dette Slags Machiner idelig op med en Haand-Vinde. Skal dette sidste skee med Fordeel, maa nødvendig Axlen H*n* kunde bevæge sig omkring, uden at derfor Kam-Hiulet A, saavelsom al Resten af Machinen tvinges til at gaae om med. Til den Ende sættes Kam-Hiulet, som en Art Skive, saaledes los an paa Axlen HN, saa denne kan bevæge sig rundt om efter en Side. Men den maa ikke kunde gaae om efter en modsat Direktion, med mindre at den tillige driver Kam-Hiulet om med sig, og med den den hele øvrige Machine. For at sætte dette i Verk, kan man paa Axlen *n*O*m* af Kam-Hiulet indrette et takket Hiul, saaledes som Fig. 3 viser, i hvis Takker falde ind en bevægelig Hage *pq*, som sees i Fig. 3, hvor man videre seer ved Q Kam-Hiulet i Oversnit, ved *q* det takkede Hiul, der er fast paa Axlen *n*O*m*, og med denne sidste bevægelig. Figuren viser tydelig, hvorledes at Axlen til den ene Side kan gaae om og uden Hinder, for at Machinen kan blive ved en Vinde, eller paa hvad anden Maade man vil, opvunden, men ikke til den anden Side, med mindre at Krogen QP tillige skal fore Hiulet A eller QS med om. *x* er en liden elastisk Feder, som gior, at Hagen altid maa falde i Takkerne, og ei slippe ud af dem. For Resten kan denne Bevægelse indrettes paa adskillige Maader.

§. 277.

I hvad Tilfælde at Machiner, som drives

Men al denne Bequemhed uagtet, seer man let ved nok saa liden Eftertanke, at den Fordeel man kan vente sig

af

vedLod og Tyngder, ere nyttige.

af dette Slags Machiner, bliver i sig meget liden; thi da Kraften skal lette Tyngden, hvilken igien i at falde ei kan giore storre Virkning, eller udove storre Kraft, end den var, hvormed den blev vunden i Hoiden; saa maa man dog ligefuldt anvende al den Kraft til Machinens Bevægelse, som den behover, uden at den paahengte Tyngde deri i det ringeste formindsker Moien. Det er derfor ikke Fordelene i Henseende til Kraftens Forringning, som kunne overtale til at betiene sig af dette Slags virkende Kræfter, men man vinder ved dem undertiden andre; nemlig, deslige Tyngder kunne, fordi deres Virkning ved Machinens Modstand bliver en immervarende Pression, give en meget langsom og jevn Bevægelse, saa at en Person i overmaade kort Tid kan vinde Loddet op, hvilket siden i en meget lang Tid langsom bevæger Machinen, ved hvilken ellers en Person maatte holde sig oppe bestandig, for ikke at anvende uden en meget ringe Deel af sine Kræfter. Saa tidt som deslige Tilfælde mode, kan dette Slags bevægende Kræfter med Fordeel bruges, men ikke i andre, saa det er latterligt, at ville paa denne Maade indrette store og tunge Machiner. Den sædvanligste Brug af deslige Lodder er i Stege-Venderne og andre deslige lette Machiner.

§. 278.

Man bruger af foromtalte Aarsager deslige Lod til at bevæge Uhrene, fordi man der ligeledes seer paa en langsom Bevægelse, hvilken altid kan naaes, naar det bevægende Lod

er

er ikke stærkere end ganske lidet over, hvad der behoves 1) til at holde det Lod, der stiver Snoren, saa den ei glider; og 2) til at overvinde Machinens Rivning eller Friktion. I Uhrene vindes tidt Loddene op simpel hen, ved at løfte det ene og trekke det andet ned efter uden Haand-Vinde.

§. 279.

Staal-Fiedernes Nytte i Uhrene.

Uhrene give os videre Anledning til at tale om de Machinerne bevægende Kræfter, som virke alene ved deres Elasticitæt. Da ere de saa kaldte Fiedre eller tynde elastiske Staal-Plader, men deres Virkning haver alene Sted i de Machiner, som ikke have andet at bevæge, end dem selv og de Dele, de sammensættes af, saavelsom den deraf kommende Friktion, hvorfor de og i sær bruges i Uhrene, skiont de have en virkelig Feil; den, at de trekke ulige.

Man seer Taf. XIV. Fig. 15. Maaden, hvorledes de legges ind i Uhrene. *a* er en cylindrisk Axel, til hvilken Fiedern er loddet fast med den ene Ende, siden er den boiet i en Spiral, som Figuren viser, og igien loddet udi *b* og langs ned efter fast til Cylindren AB, der bedekker alt.

§. 280.

Maade at forekomme Fiedrenes ulige Trekning.

Fiedrenes Kræfter til at bevæge ere, saa længe de ei blive spendte uden med en maadelig Kraft, altid den Kraft proportionerte, hvormed de blive spendte. Naar man trekker et Uhr op, spendes Fiedern i Begyndelsen lidet, siden alt meer og meer. Er Uhret derimod udloben, ligger Fie-

dern slap og uspendt. Følgelig bevæger den i Begyndelsen stærk, siden alt mindre og mindre. For at forekomme denne ulige Bevægelse, have de Gamle brugt en Maade, de Nyere en anden, hvilken sidste sees Fig. 15, hvor AB er Huset, eller det cylindriske Omslag, hvori Fiedern ligger rullet i Spiral. Med samme henger fast i en Hage en Kiede *defg*, som løber hen over en Art Keile DE, om hvilken den bliver saaledes vunden, som man kan see i et hvert Lomme-Uhr, da fra D til E Vegtstængerne blive idelig større fra Axlen *op* af at regne, som Bevægelsens Center. De adskillige Vegtstænger ere saaledes anlagte, at Kieden i Begyndelsen, mens Fiederns Virkning er stærk, trykker paa en liden Vegtstang, siden paa en alt større og større, eftersom Fiedern bliver mindre spendt og trykker mindre til, derved hielpes Feilene i Fiederens ulige Bevægelse anseelig; men langt fra ikke saaledes, at man i Henseende til Tiden fuldkommen kan forlade sig til disse Uhr, da det er ikke uden efter idelige Forsøg, at man kan passe Fiedern til Bommen DE og dens adskillige Forhøininger fuldkommen. Og naar dette endog er engang giort, staaer man Fare for, at Fiedrene slappe sig og tabe deres Kraft med Tiden, da man endelig, ved at legge nye Fiedre ind, atter igien haver at befrygte, at de ei passe saaledes til Bommene DE, som de gamle.

§. 281.

Det er af denne Aarsag, at vi for have sagt §. 141 M. F., at man paa ingen bedre Maade kan indrette Uhrene end ved Pendu-

Penduler, hvad heller de drives ved Fiedre eller ved Tyngder, skiont man altid bor vente, at Bevægelsen er i disse sidste jevnere og mindre Uordentligheder underkastede, naar Tyngderne engang efter Hiulenes Modstand ere blevne vel afpassede. Da Kræfternes ulige Trykning gaaer ud paa at bevæge Pendulen igiennem noget storre eller noget mindre Buer, og dette ingen Forandring gior i Henseende til Tiden, saa rettes Uhrenes Gang paa det fuldkomneste ved Pendulerne. Men disse sidste Uhr have igien den Vanskelighed, at de ei kunne fores eller bevæges, men om de skulle gaae rigtig, maa de blive staaende stille og ubevægede.

§. 282.

Buernes Beskaffenhed forklares.

Ved denne Anledning kan jeg ikke undlade, at tale om et af de ældste i forrige Tider hele Verden over og endnu hos en Mængde Folk mest gangbare Instrumenter, om Bue og Piil. Alle veed, at Buen er intet andet, end en simpel Bue *eaf*, med to platte Ender *ce* og *fd*, over hvilke en Snor spendes temmelig vel udi *ce* og *fd*. Boies den derpaa ind til *g* eller *a*, saa den spendes med en kiendelig Kraft, da, efter hvad der er blevet sagt i de Mekaniske Forelæsninger §. 340 og følgende, vinder Snorens elastiske Kraft derved saa anseelige Kræfter, at om noget legges strax foran ved Snoren udi *g* eller *a*, og man lader den derpaa slaae los, driver den det forelagte fra sig med en anseelig Hastighed, og med lige saa store Kræfter, som de vare, hvormed den selv blev spendt.

Da derfor Virkningerne af Snorens Elastiske Kræfter ere proportionerte den Kraft, som trykker Snoren ind efter *bga*, og denne Kraft er §. 343 Mekan. For. proportionert den Kraft, som Snoren spendes med efter *cd*, i Distancen *bg* eller *ba*, dividert med Længden *ef*; saa følger, at naar længere og kortere Snorer boies ind til det samme Punkt *g*, maa Kraften, der tvinger en længere Snor (alt for Resten lige), være mindre end den, som over samme Distance *bg* boier en kortere, følgelig bliver og Virkningen af en længere Snor mindre, end af en kortere, nemlig i Forhold af Længden. Imidlertid kan dog deraf ikke sluttes, at jo kortere *ef* er, desto bedre er Buen; thi er *ef* meget liden, bliver og den Linie *bg* meget liden, saa de Buer ere de beste, udi hvilke Snoren *ef* er af middelmaadig Længde, og stærk spendt over *ce* og *fd*.

I Strenge af adskillig Tykkelse er, efter hvad Erfaring viser, de Kræfters Forhold, som spende Strengen, ikke Tykkelsen proportionerte, saa at man derfor, i Henseende til denne sidste, ingen vis Regning kan giøre; Thi Kræfterne (alt for Resten lige) findes undertiden at være i en større, undertiden i en mindre Forhold end Tykkelsen, endog i samme Slags Strenge. Desuagtet kan man dog, naar man ikke seer paa andet, end at nærme sig til den sande Virkning, holde den Kraft, som spender Strengen, for at være Tykkelsen proportionert. Saa at tykkere Strenge paa en Bue giøre større Virkning, end de tyndere.

§. 283.

Da Virkningen af Elasticiteten i spendte Snorer, naar de slaae tilbage, er den levende Kraft, som de tilveie bringe i den Modstand, de forefinde, og denne er som Quadraten af Hastigheden, saa tidt, som Inertien, der bevæges, er den samme: Saa følger, at i den samme Bue, alt for Resten lige, (i Snoren og i den Modstand, den skal bevæge, dette alene undtagen, at Distancerne fra *b* ere snart større, snart mindre som *bg* og *ba*;) bliver Hastigheden, hvormed Modstanden skydes fort af en fuldkommen elastisk Snor, som $\sqrt{bg}$. §. 344 Mekan. For.

§. 263.

De simpleste Maader at drive Pæle ned paa beskrives.

Iblant de Machiner, hvis Virkning beroer paa Kræfterne af faldende Tyngder, ere Pæle-Machinerne uimodsigelig med af de vigtigste. Disse Machiner, som nemlig bruges til at drive Pæle ned udi Jorden med, ere overmaade simple, saa tidt som Pælene ere smaa og Grunden ikke meget haard. Man behøver da intet andet, end at lade et Menneske drive Pælen i Jorden med en stor Nodde. Er Pælen af nogen Storrelse, gior man best i at sætte en Jern-Stang midt i den, og at betiene sig af en hul Nodde af anseelig Tyngde, som 4 til 6 Personer, ved Hielp af Hanke, paa Siderne skulle lofte. Nodden giores hul indvendig, saa den kan glide op og ned af Stangen, der er fæstet i Pælen. Denne Maade at ramme Pæle, er bedre end den første, fordi i det lige Fald Kræfterne ei hindres. Man indretter ellers Pæle-Ramningen i det første Tilfælde saa-

des, som man seer af Fig. 1. Taf. XIV. Hvor Aa er en Art Skammel, paa hvilken Hvile-Tver-Træerne B, som ere bundne fast om Pælen D udi E. I C ere et Par Breder lagt, paa hvilke et Menneske staaer, som med en Nodde driver Pælen ned. Fordelen af denne Indretning bestaaer deri, at en Deel af Stellagens og Personens Tyngde hielpe til at drive Pælen D ind i Jorden.

§. 285.

Hvorledes Hammer-Slagene kunde beregnes i Punds Vegt.

I Anledning af at i Følge disse Indretninger, Pælene drives ved Slag af Hammere eller Nodder, kan det være tienligt, at tale med et Par Ord om de Forsøg, som ere blevne giorte, for at bestemme Hammer-Slagenes Kræfter, skiont de ikke ere saa noie bestemte, som de skulde være. De ere beskrevne af Camus (*) paa følgende Maade:

1) At Slaget af en Hammer, der veier 1 Pd., naar den loftes maadelig høit, gior den samme Virkning, som en trykkende Tyngde til 200 Pund. Et Slag derimod af mindre Hammer, som det sædvanlige af Salmagernes eller Tapetserernes, gior ingen større Virkning, end en trykkende Tyngdes af 100 Pund.

2) Loftes en saadan Hammer høit, til at giore sit første Slag, da er dens Virkning at regne paa 300 Pd. og de derimod af de mindre Hammere udi samme Tilfælde kunde vurderes 180 Pd.

3) Et

(*) *Forces mouvantes* I. Part. Chap. 3. Sect. 1.

3) Et Slag af store Hammere til 12 à 13 Pd., eller af Nodder, som man klyver Træe med, naar de ere af samme Tyngde, giore en Virkning af 400 Pd. Af Hammere eller Nodder derimod til 4 à 5 Pund er Virkningen 200 Pund, naar man slaaer i begge Tilfælde med en Haand.

4) Slaaer man derimod et hoit Slag med begge Hænder, da giore de foromtalte store Hammere omtrent en Virkning af 1000 Pund, og de mindre en af 500 Pd.

Men om disse Virkninger skulle skee, maa det Underlag, som Tingen hviler paa, staae stærk imod og Slaget selv være direkt. Giver Underlaget efter, da bliver Igienvirkningen af dets Inertie ubetydelig, saa at den Ting, der slaaes, af Mangel paa Modstand ei kan lide af Slaget, hvilket og er Aarsag i, at de Ting, som hvile eller falde paa blode Materier, ikke qvetskes af Slaget saa meget, som de, der have haarde Underlag. Store Ambolter, faste og anseelig tunge Materier, befordre derfor altid Virkningerne af Hammerne og af Kilerne.

§. 286.

Herr Camus havde giort disse Forsog; deels ved at legge smaa og store Kugler efter Fornodenhed paa meget faste Underlag, over hvilke de først net op ere blevne knuste ved Kræfterne af Slaget, og siden andre ligedanne ved paalagte Tyngder; deels og ved et kort Bret, lagt paa 4 Pæle, hvilke i en ligedan Jord ere blevne drevne ned, først ved Hammer-Slag, siden (alt for Resten lige) ved trykkende Tyngder.

der. Disse Forsog ere, som for sagt, at regne iblant de grovere, som ikke ere noie bestemte. Men disse Slags Forsog ere og altid af en anseelig Vanskelighed, i sær, naar de skulle udfores udi Stort. I Folge dem synes de mindre Hammere i Proportion at udrette meer end de storre. Men Spørsmaalet bliver, om begge og net op have været lofte-de op til en Høide. Thi der er ingen Tvivl paa, at jo, naar Høiden af Faldet var den samme, deslige Hammere og Nodder burde giore Virkninger proportionerte deres Masser; hvad heller at man vil ansee disse Kræfter som dode eller som levende. Dog kan en Omstændighed forvolde, at de mindre Hammere kunde giore i Proportion af Massen storre Virkning end de store. Thi Hastigheden af Haanden, der forer de mindre Hammere, kan lettere folge deres Fart og Fald end i de store Hammere, saa, om disses Virkninger ikke ere proportionerte Massen, naar de falde fra samme Høide, maa det komme deraf, at de sinkes af Haandens Modstand.

§. 287.

Et andet Slags Pæle-Machiner til større Pæle.

De forhen beskrevne Maader at drive Pælene ned paa, ere alle tienlige, naar Pælene ere ganske smaa. Til de storre maa en Klods eller Knegt C bruges (Taf. XIV. Fig. 2.) af anseelig Tyngde. I de gemene Pæle-Machiner betiener man sig sædvanlig af en Klods Træe, som veier omtrent 800 Pund. Den forsynes oven og neden til med Jern, saa Træet ei splittes. Den kan stige og falde imellem

lem to vertikale Stokke N, som i en Rende eller Kanal. Af denne Aarsag er den forsynet bag til med to Ører eller Tapper, som passe i Renden, og igiennem hvilke i egne dertil indrettede Huller gaae paa tværts to stærke Jern-Pinde, saa den ei kan falde ud af Kanalen eller Renden. Knegten C henges ind i en Krog eller Hage udi *b*, fra hvilken af to Strikker lobe hen over to Tridser udi *a* ned til D; hvor i dem atter igien ere knottede mindre Strikker *e*, hvori man lader Folk trekke. Sædvanlig regnes 20 Personer paa dette Arbeide, som losse Knegten og lade den falde 25 til 30 Gange paa Rad og efter hinanden, hvorpaa de i lige saa lang Tid, som den, de have loftet i, igien hvile sig ud, og denne Tid er omtrent $1\frac{1}{3}$ Minute. En Opsyns-Mand reglerer Arbeidet. Machinen kan, som man seer, flyttes fra Sted til Sted, hvorhen man vil. Rystningen forstaaes let af Figuren, saavelsom hele Machinens øvrige Beskaffenhed. Den Dybde, Pælen kan drives ned til, beroer paa Grundens mindre eller større Modstand, paa et og det samme Sted haver ofte Grunden adskillige Lag under hverandre af adskillig Haardhed.

§. 288.

Det er unegteligt, at dette Slags Ram-Bukke befordrer Arbeidet anseelig, da Lastens og Kraftens Veie udi samme Tid ere de samme. Desuagtet haver denne Machine en anseelig Feil deri, at Kraften trekker skievt, fordi Tridserne ere smaae. Man forekommer denne Ulempe, ved at sætte udi A et Hul af nogen Størrelse,

i Steden for Tridserne, saa Strikkerne paa begge Sider kunde løbe parallele. Derved vindes, at 16 Personer giøre samme Virkning, som før 20; og at de alle kunde samles ved et eneste Tou, følgelig bedre trekke tillige med hverandre, end før. Touenes Modstand og Stivhed over Hiulet er desuden mindre end før over Tridserne, Touene slides mindre. Saa at denne Forbedring er virkelig betydelig.

Vil man med deslige Machiner drive Pælene skraae ind, da legges Opstanderne N skraae an paa Horizonten, saa at Slaget desnagtet bliver perpendikulær paa Pælen.

§. 289.

Hvor dybt en Pæl kan drives ned i Grunden ved et Slag af en given Tyngde, som løftes til en bestemt Høide, er en Sag, som beroer paa Forsøg. Eftersom Modstanden er større eller mindre til, bliver Forsøget adskillig, saa det er meget vanskeligt, desangaaende forud at kunde sige, hvad der vil skee. Imidlertid kan man altid for en hver Art af Grund, over hvilken enkelte Forsøg ere blevne tagne, fastsætte almindelige Regler. Thi da Kræfterne af Stedet ere levende Kræfter, saa maa de fulde Virkninger være som Quadraten af Hastigheden i Høiden, om Modstanden, hvilken de adskillige Stød forefinde, altid er den samme. Skulle derimod ligedanne Virkninger yttre sig over ulige store Inertier, da er Virkningen som Inertien forkeert; og desuden, om Modstanden antages at være i samme Forhold, som Overfladen eller Superficen af den neddrevne Deel af Pælen, bliver Virkningen alt for Resten lige, i sammensat, men forkeert, Forhold af Inertien i Superficen.

* Saa-

* Saafremt derfor, at man af Erfaring veed, at en Tyngde t, løftet op til den Høide h, drev i første Slag en Cylindrisk Pæl af den Massa m, ned i Grunden om den Dybde d, naar den stod i Jorden om den Deel af sin Peripherie s. Da kan man bestemme, hvad Virkning i en ligedan Grund en Tyngde T løftet op til den Høide H, kan giøre paa en cylindrisk Pæl, hvis Massa er M, naar den er sunket ned i Jorden om den Deel z. Thi man faaer $\frac{t.h.}{m.s} : d = \frac{T.H}{M.z}$: Den søgte Dybde $= \frac{T.H.m.s.d}{t.h.M.z}$, hvori s er en bestandig Størrelse, saavel som alle de øvrige, og z alene er immerfort foranderlig, saa længe som Pælen, der drives og den drivende Tyngdes Kræfter blive uforanderlig de samme.

§. 290.

For derfor at udregne, om hvor meget Pælen skal synke ved hvert nye Slag, behøves alene af Pælens givne Dimensioner og af den fundne Dybde, som den sank i alle de foregaaende Slag at bestemme z, og dermed idelig at dividere den Størrelse $\frac{T.H.m.s}{t.h.M} d$.

Deraf flyder

a) I cylindriske og prismatiske Pæle er z altid proportionert den Dybde, om hvilken Pælens vertikale Axel er sunken, og derfor $ax + b$, naar ved a forstaaes Peripherien eller Summen af Siderne i Basis; ved x den hele Dybde, til hvilken Pælen er drevet ned; og ved b Basis. Følgelig findes for alle deslige Pæle den Dybde, som Pælen i nestkommende Slag skal synke ned, ved at dividere $\frac{T.H.m.s}{t.h.M} d$ med $ax + b$.

b) For det første Slag er $x = 0$, og den Høide, hvortil Pælen synker, $= \frac{T.H\ m.s.d}{t.b.M.b}$. Den samme Formul gielder ligeledes for alle Slagene i Almindelighed, saa tidt som man kan antage, at Grundens Rivning og Trykning paa Siden ingen Modstand gier. I dette Tilfælde maatte derfor ved hvert Slag Pælen synke lige stærk.

c) Men saasnart, som Trykningen paa Siden er betydelig, enten fordi Grunden staaer imod ved sin Rivning eller ved sin elastiske Kraft. Da kan en af to treffe ind, enten at Modstanden imod Basis er over samme Superfice lige saa stor, som den paa Siderne, eller og at de ere til hverandre i en vis given Forhold, hvilken i den samme Grund kan ansees som bestandig. I det første Tilfælde gielder bestandig den i No. a) givne Formul.

d) I den sidste derimod gielder den i No. b) givne Formul, saa tidt som Side-Kræfterne ved imodsat Trykning tilintetgiøre hverandre, hvilket maa skee, om de i cylindriske, koniske og prismatiske Pæle trykke efter horizontale Direktioner. Tilintetgiøre de ikke hverandre, da kunne de Tilfælde treffe ind, som ved Pæle-Rammingen undertiden iagttages, at nemlig Grunden skyder efter Slaget Pælene op ad igien, ligesom den og kan skyde dem bedre ned. Man kan ellers i dette sidste Tilfælde optænke en Mængde Hypotheser, som udfordre andre dem egentlige Formuler, men som i Udøvelsen og Brugen ikke ere til Nytte, saa længe, som Forholden af Modstanden paa Siden, til den, som staaer Grund-Fladen imod, ikke er ved tilstrækkelige Forsøg blevet bekiendtgiort. Hvoraf man seer, at i denne Theorie er endnu overmaade meget at forbedre.

§. 291.

§. 291.

Hvorfor de allertungeste Bygninger sikkert kunde legges an paa Pæle.

Man pleier at opføre store og tunge Bygninger paa Pæle. Erfaring viser, at de uhyrligste Laster staae paa denne Maade, uden at synke, hele tusinde Aar efter hinanden. Theorien viser Aarsagen. Thi dersom man antager som tilforladeligt (*) at en Tyngde af $1\frac{1}{4}$ Pds. Vegt, naar den falder fra en Tommes Høide, gior en Virkning af 65 Pds. Trykning, saa bør en Pæl, der ikke meer kan synke, naar den drives ned i Jorden, af en Tyngde paa 2000 Pund, der falder fra 3 Alens Høide, staae imod en Trykning af meer end 7 Million Punds Vegt. Hvilket er meer end nok til at bære de allerstørste Byrder, som Menneske-Hænder over en saa liden Basis ere i Stand til at opføre, da Træet holder sig og ikke raadner i Jorden.

§. 292.

Den fuldkommeneste Maade, at anlegge Ram-Bukker paa, beskrives.

Naar Pælene og de Tyngder, som de drives ned med, ere endnu større, end i de allerede forklarte Tilfælde, da lofter man Knegten ikke umiddelbar med Folk, men ved Forbeel af en Machine. Man kan dertil bruge Vinder og Træde-Hiul paa adskillige Maader, som enhver selv let kan forestille sig, og hvoraf man finder en Deel Machiner tegnede hos Leupold (**), Belidor (†) og andre. Vi ville her ikke opholde os ved nogen anden af dem alle, end ved den alene,

(*) Camus anførte Sted prop. x.

(**) *Theatrum Machinarum Hydraulicarum.*

(†) *Architecture Hydraulique* Seconde Part. Tom. Prem. Liv. I. Chap. VI.

som er beskreven af Desaguliers (*), og siden endnu fuldstændigere af Belidor (**), hvis Beskrivning vi her ville følge. Alle de Fordele, som kunne være samlede i en Machine af dette Slags, findes virkelig i denne alle samlede.

(*) Man kan bevæge Machinen paa adskillige Maader, enten ved Heste eller ved Mennesker. Saaledes, som den sees forestillet Taf. XIV. Fig. 3-10, er den indrettet til at drives ved Folk.

A er i Fig. 4 og 5 en Vertikal Vinde, som kan bevæge sig Fig. 4 om en rund Tap udi *b*; i *c* derimod Fig. 4 og 5 endes den brede Cylinder, og Resten af Vinden *cd* er en meget smal Jern-Cylinder, bevægelig rundt om udi *d*. Omkring *cd* ligger en løs Cylinder E, der forestilles som at være af heelt Træe udi Fig. 4, men som sammensat af simple Stokke, der hefter i to Skiver oven og neden udi Fig. 5. Denne sidste Forandring tiener til at giøre Cylindren E lettere, fordi det i denne Machine er en Sag af Betydenhed, at denne Deel er let bevægelig. Ved Vegtstænger, som F, Fig. 4, drives Machinen om. Omkring E er et Tou G viklet, som gaaer omkring de faste Tridser H og K, og leber fra dem ned til den Rystning i L, hvorudi Tyngden eller Knegten henger. Saaledes forestiller man sig let, at naar E staaer fast, viklet Touet sig, naar Kraften trekker udi F, immer meer og meer omkring E; hvorved Knegten L stiger op til M, hvor den finder Modstand.

Men den Fordeel, som er denne Machine egentlig, og som ikke findes udi andre af samme Slags, bestaaer deri, at ingen Tid tabes.

(*) Experimental-Physique. Tom. 2. Lect. XII

(**) Anf. Sted Chap. VIII.

tabes. Naar Knegten kommer til M, løser den sig af sig selv. Snoren i E vinder sig selv af. En Art af Sax, som sees i Fig. 3 og 6 udi o, falder af sig selv ned og henter Knegten, i det den hefter sig fast i den. Alt dette skeer, saa at sige, i et Øieblik, alene derved, at man slipper Cylindren E løs udi P Fig. 5. Hvilket, hvorledes skeer, strax nærmere skal forklares, naar vi først have beskrevet Saxen o og den hele Rystning, hvorudi Knegten L henger.

Denne Rystning sees udi Fig. 3. Q ere to Opstandere. O er Saxen, som kan have indtil 18 Tommer udi Høide. *I g* er en stærk Navle, omkring hvilken den er bevægelig paa selvsamme Maade, som en Sax omkring sin. *hi* er et Fouteral af Metal, hvori den ligger, hvilket paa begge Sider udi *h* og *i* haver to smalle Rander, hvormed den kan glide op og ned i den Aabning eller Rende, som findes langs ned efter Længden af Opstanderne Q. Ligedanne Rander ere Fig. 3, i Knegten C, saa den kan ligeledes glide op og ned i Render af Opstanderne Q. Man seer i Fig. 6 en tynd elastisk Plade *n*, som hielper til at holde begge Enderne *p* af Saxen fra hverandre. I den anden Ende *l* af Saxen fatte Spitserne i *m* Hanken *q* af Knegten, i hvilken er giort en Aabning, hvorudi Spitserne *m* kunde fatte og gribe ind, hvorpaa Tyngden L ikke igien kan falde ud af Saxen, deels fordi dens Ender *l* trykkes sammen af dens Vegt, deels og fordi de trykkes sammen af Elastret *n*, som holder Enderne *p* fra hverandre. I Fig. 8 vises Oversnittet af Saxen paa Midten, og Beilen, som Touet henges indi oven til.

For at forstaae, hvorledes Saxen slipper Knegten, maa man sætte Tanken paa Fig. 11, som forestiller Igiennemsnittet af det

Stykke

Stykke RS udi Fig. 3, og af M udi Fig. 4. T er et Hul, i hvilket Spitserne af Saxen glide i Begyndelsen ind uden Meie, men da det siden op efter Vertikalen bliver alt engere og engere, saa trykkes Fig. 6 Enderne *p* med Elastret *n* derved sammen, naar Knegten kommer op imod M, Fig. 4, hvorved Fig. 6 Enderne *l* gaae ud af hverandre med Hagerne *m*, og Knegten L falder.

Saasnart som Knegten er blevet løs, bør, paa det at ingen Tid skal tabes, Saxen, som veier med sit Tilbehør omtrent 40 Pund, strax igien falde ned, for at fatte Knegten. Dette skeer ved Hielp af en Indretning, som sees i Fig. 5, hvor til den Ende den tykke cylindriske Deel A af Vinden forestilles som overskaaren. Vi have før sagt, at Cylindren E var lagt løs ind paa Axlen af Vinden *cd*, men vi have ikke fortalt, hvorved den blev festet, saa at Cylindren A ikke kunde bevæge sig omkring, med mindre at jo E skulde gaae om med. Dette skeer ved Hielp af en Øxe PVT, som er bevægelig omkring det Punkt V. Denne Øxe griber ind i Hulheden af en Jern-Tand, med deslige Tænder er E besat neden til rundt om, paa det at Øxen PT overalt kan finde en saadan Tand, at gribe ind i. Øxen stives desuden af Fiedern eller Elastret *x*, saa den ei kan gaae ud af sin Stilning, med mindre at man med Flid trykker paa Haandgrebet T, for at trykke den ud af Tanden henimod A. Dette gieres saasnart, som Knegten er falden; Derpaa er Cylindren E løs, saa den kan rulle om og give Strikken til Saxen, som da ikke meer holdes fast af noget, men falder ned af sin egen Tyngde, og griber ind i Hagen *q* af Knegten. Saasnart dette er skeet, lader man Øxen igien gaae tilbage; den fatter da paa nye ind i en af Jern-Tænderne. Cylindren E

er

er derved paa nye sat fast igien, og kan ikke gaae om uden med Cylindren A. Saaledes tabes ingen Tid, fordi man ikke haver nødig at gaae tilbage igien med Vegtstængerne over Cylindren A, for at vinde Strikken af Cylindren E, saa at Saxen kunde falde, hvilket ellers behøvedes. Paa det at E desto lettere kan bevæges over A, skeer Bevægelsen af den ene over den anden ved to Metal-Plader, som gaae over hverandre udi o, som man seer af 5te Figur.

Angaaende Delenes Størrelse kan agtes, at Distancen st er omtrent 14 Linier. Øxen med Elastret ere lagte ind i et Jern-Futeral, som Figuren viser. Dens to største Sider staae 16 Linier fra hinanden, hvilket er lidt meer end Jernets største Tykkelse udi Øxen. En hver Tand haver en Tommes Dybde under Linien sP, to Tommers Bredde og en Tommes Tykkelse. Øxens Bredde er i P $2\frac{1}{2}$ Tomme. Høiden fra V til P er 7 Tomme. Tændernes Distance fra hverandre henefter Peripherien er 6 Tomme lidt meer eller mindre, saa deres Antal kan gaae lige op i Peripherien.

I Fig. 7, Fig. 9 og Fig. 10 vises Stykkerne af Rystningen, som stive og holde Machinen. De forstaaes meget let af de andre, naar man iagttager, at Stykkerne og de Steder, hvor de føies sammen med andre, alle benævnes med de samme Bogstaver. Naar man i Vandet vil drive Pæle ned, bygges denne Machine paa en Pram. Kuegtens Tyngde og den Høide, hvortil den løftes, ere større eller mindre efter Pælenes Størrelse og Grundens Haardhed.

§. 293.

Man kan henregne iblant disse Machiner, som virke ved Stødet, de, hvilke de Gamle brugte til at støde Murene ned

Anmerkning angaaende de Gamles Muur-Brekkere.

ned med, eller saa kaldte Arietes, eller Vædre; deels, fordi dette Dyr altid støder for sig med Hovedet, deels og fordi den ene Ende af Bielken, som var Hoved-Stykket af Machinen, lignede Hovedet af en Væder. Det er os ikke tilladt, at tale vidtloftig i disse Forelæsninger om Machiner, som ei meer ere i Brug. Man finder iblant andre denne Machine vel beskreven af Follard (*), og intet er lettere end at forestille sig, hvori den den Tid bestod. Man behøver alene at tænke en stor Bielke hengt op med Strikker i sit Tyngdes Center, i Loftet af en Art Huus eller Bygning, som var tildeels aaben for og bag paa to Sider, for ei at hindre Svinget af Bielken, og desuden kunde skydes frem og tilbage paa Ruller, for at sættes, hvor man vilde have det. I Enden af Bielken maa man forestille sig en Deel Strikker, ved Hielp af hvilke den ved en Mængde Personer blev slynget frem og tilbage, indtil den fik en overmaade stor Hastighed. Med denne Hastighed lod man den slaae an paa Muren, og man seer let af de forhen giorte Udregninger §. 270 og 285, at naar Massen i Bielken var stor og Hastigheden ligeledes, kunde en saadan Machine være stærk nok for at fælde de stærkeste Mure, thi Udregningen maa her giøres paa samme Maade, som i de foranførte Paragrapher.

§. 294.

(*) *Histoire de Polybe commentée.* Tom. 2. *Traité de l'Attaque des Places.* Art. 17 og følgende.

§. 294.

Angaaende de Gamles Kaste-Machiner, der have noget nesten giort ligesaa stor Virkning, som vore Kanoner og Morsere, kan Follard ligeledes sees (*). Skiont man ikke med fuldkommen Vished veed, hvorledes de have været giorte, er det dog let forstaaeligt, at naar elastiske Ting spendes forst stærk, og siden løses med et, at de da i at slaae tilbage kunde bevæge store Tyngder med en anseelig Hastighed. Det er paa dette Princip, at alt, hvad de Gamle haver opfundet af Kaste-Machiner, grunder sig. Men den Kaste-Machine, som af alle i Verden synes at have været den ældste, er Slyngen. I den meddeles Steen, eller det, som kastes ud, en alt større og større Hastighed, indtil at det endelig bevæger sig ud af Slyngen med en anseelig Fart. Slyngernes Virkninger ere lette at beregne: De af dem udkastede Ting have Kræfter som Massen i Hastighedens Quadrat, og Hastigheden findes ved at dividere med Omløbs-Tiden den største Peripherie, udi hvilken de løbe om tilsidst, for de kastes ud efter Tangenten af den Cirkel, hvori de bevæges.

§. 295.

Vi have saaledes igiennemløbet de fornemmeste Maader at anvende Machinerne paa i Brugen, i sær for saa vidt man betiener sig af Mennesker og Dyr. Men foruden

(*) Anførte Sted Article 22 og følgende.

uden disse Kræfter, bruger man endnu med ubeskrivelig Fordeel andre. Vandets Fald, Vindens Fart, og endelig Ilden, ere de store Kræfter i at bevæge, som aldrig trættes, og koste intet at underholde. Enhver af disse Kræfter udfordre egne dem egentlige mekaniske Indretninger, for at kunde yttre deres Virkninger, om hvilke vi i Hydrauliken nærmere skulde handle. Men paa dette nær, ere de Machiner, som de drive, sammensatte af samme Stykker, som de, vi langs hen efter i Statik have beskrevet; saa at alt det, hvad vi her have sagt, hele Machin-Væsenet igiennem giør en uophørlig Nytte og Tieneste i at forstaae Beskaffenheden af alle muelige Machiners Dele, Indretning og Beregning.

Tret-

Trettende og Fiortende Forelæsning.

Om de faste Legemers Styrke og Modstand imod de Kræfter, som søge at brekke dem.

§. 296.

I det foregaaende have vi ikke talt om den Tykkelse, som Træet og Jern-Verket burde have i de adskillige Machinernes Dele. Imidlertid seer enhver let, at dersom Machinerne skulle ved Geometrien faae deres fuldkomne Bestemmelse, maatte Delenes Tykkelse og Forlighed tillige overalt udregnes. Man legger i den Sted en forkortet Maale-Stok ved Tegningen af Machinen saaledes, som vi i det forbigangne selv have undertiden giort det. En saadan Maale-Stok grunder sig enten paa Erfaringer i de Machiner, som allerede have staaet deres Prove, og i Brugen ere blevne befundne, hverken at være for stærke eller for svage, da en saadan Maale-Stok mestendeels er nyttig; eller og de grunde sig simpel hen paa Dens Velbehag og Omdomme, der haver optænkt eller udkastet Machinen. I dette sidste

Vigtigheden af denne Afhandling er i Machin-Væsenet meget stor.

Tilfælde er det sielden raadeligt, at forlade sig paa det givne Maal. Man gior derfor gierne Modeller i sin Art. Man seer meget ofte med stor Fortrydelse, at et evigt Flikkerie behoves i de efter Modeller bygte Machiner. Simpel Erfaring er derfor altid i alle deslige Tilfælde en lang og usikker Vei; man behover her, som i alt andet, en sikker Theorie. Til al Uheld er denne endnu ikke bragt til den Fuldkommenhed, som man maatte onske. Desuagtet kan dog det, som man deraf allerede veed i Machinernes Indretning og Bygning være til anseelig Hielp, da i det forrige er bleven udforlig viist, hvorledes den Pressions, som alle Machinens Dele have at udstaae, sikker kan bestemmes. Vi ville her derfor deraf igiennemgaae saa meget som behoves for at forstaae, hvad man i denne Materie allerede veed.

§. 297.

Hvad man forstaaer ved Materiernes absolute og relative sammenhængende Kræfter.

Dersom en Materie, for Ex. (Taf. XI. Fig. 7.) en Tommer-Stok AB henges i Vertikal-Stilning fast med sin ene Ende A udi en horizontal Bielke, eller hvad anden Stellage som man selv vil, og man paa den anden Ende B henger saa længe Tyngder t, indtil at den brekker. Kaldes dens egen Tyngde desuden T, da forstaaer man ved en saadan Materies virkelige eller absolute Styrke den Kraft $T + t$.

Ligger derimod en saadan Tommer-Stok (Taf. XI. Fig. 6.) horizontal, atter igien lagt fast ind med den ene Ende A i en vertikal Muur eller Bielke A, eller i hvad andet,

andet, som man vil; og paa den anden udi B henges en Tyngde *r* saa stor, at Bielken net op brekker; da forstaaer man ved Bielkers, eller andre deslige Tings relative Styrke, den Modstand, som kan staae i Ligevegt med deres egen Vegt og den brekkende Tyngde.

§. 298.

Det, som søges, bestaaer i at bestemme, hvad Forhold at den absolute Styrke i Legemerne haver til den relative. Vanskelighederne, som forekomme denne hele Materie langs igiennem, reise sig ikke af en Ufuldkommenhed i den geometriske, men i vores physiske Kundskab. Thi ligesom vi ikke ganske tilforladelig vide, hvad det er i Naturen, hvilket forvolder de faste Tings absolute Styrke i deres sammenhengende Dele (*), saa vide vi heller ikke, efter hvad Love

Hvad Forskiel der er i disse Hensende imellem de haarde og bøielige Legemer.

(*) Af alle de physiske Aarsager, som man haver kundet optænke, for at forklare, hvorfor de faste Tings Dele henge sammen med saa anseelige Kræfter; synes, alt overlagt, ingen at være meer antageligere, end den, som holder denne Aarsag for Materien indvendig. Man kan i denne Hypothese bevise, at en saadan indvendig Kraft, som den man kalder Attraktion, er i Stand til at forvolde, at Tingenes Dele henge sammen med saa anseelige Kræfter, som de, den sædvanlige Erfaring beviser, at de have; endskiønt at det ikke kan skee efter den Lov af Attraktionen, hvilken er som Quadraten af Distancen forkeert. Man finder desangaaende en heel Afhandling i den store Neutons *Principiis Philosoph. Mathemat.* første Bog 12te Afsnit. Vi ville her af analytiske Grunde deraf anføre, hvad til denne Materie henhører, og til den Ende undersøge Attraktionen af de Sphæriske Legemer

Undersøgning af Lovene, som kunde foraarsage at Tingene have sammenhengende Kræfter.

Er

Love at de faste Tings Dele brekker: Thi disse Love kunde være adskillige. De meget haarde Legemer synes at brekke paa den Maade, at alle deres Dele gaae tillige langs hen efter *cd* (Taf. XI. Fig. 6.) fra hverandre. Men de bøielige Legemer brekkes ulige anderledes og efter langt andre Love.

Imidler-

Er AIBG den største Cirkel af en Kugle, AB Cirklens og Kuglens Axel, forlænget til F. I F et materiel Punkt, som Sphæren trekker til sig, og man vil bestemme, hvor stærk dette Punkt af hele Kuglen trekkes. Da, siden man altid antager, 1) at Materierne (hvilke vi her hele Kuglen igiennem antage ensdanne i Tykkelse) trekker til sig i Forhold af deres Mængde, om Distancen er den samme, saa at 2) ligedanne Materier i lige store Distancer trekke det Punkt F lige stærkt. Saa kommer det først an paa at bestemme Attraktionen af alle de Dele i Kuglen, som ere i lige store Distancer borte fra det Punkt F. Til den Ende kan man betragte de to Linier FG og FH, som at være hverandre uendelig nær, og med dem de Cirkel-Buer *Gl* og H*m* at være trokne. Videre kan man forestille sig, at disse Buer velte sig om Axlen AB; da man strax seer, at ved deres Omveltning den Concav-Convexe materielle Ring faaes, som indeholder alle de Punkter, af hvilke, hver for sig, det materielle Punkt F trekkes lige stærk. Følgelig, om Attractionen af denne Ring beregnes, faaes derved den hele Attraktion, som en af Kuglens Elementer yttrer paa F.

For at beregne et saadant Elements Attraktion, maa agtes; at om AC $= a$, FA $= b$, A*i* $= x$, FG $= z$. Da er $ik = dx$, $lm = dz$. Men G*i* som Semiordinate i en Cirkel, hvis Halv-Diameter er a, bliver $= \sqrt{2ax - xx}$. Derfor er $z^2 = b^2 + 2bx + 2ax$. Videre $zdz = (a + b)\,dx$, og $dz = \frac{a+b}{z}dx = lm$.

Fremdeles er Elementet af Buen G*k*, hvis Radius er $z = \frac{zdv}{\sqrt{2zv - vv}}$,

om

Imidlertid ville vi først opholde os ved Betragtningen af de meget haarde Legemers Styrke, hvis alle Dele brekke tilligе, fordi iblant alle Tilfælde af dette Slags er denne den letteste at beregne.

§. 299.

---

om $ki = v$. Ruller dette Element omkring Axlen AB, da bliver den deraf beskrevne Peripherie proportionert $\frac{zdv.\sqrt{2zv - vv}}{\sqrt{2zv - vv}}$, fordi Halv-Diametern til den beskrevne Peripherie er $GI = \sqrt{2zv - vv}$. Følgelig, da Attraktionen er Materiens Mængde i samme Distance proportionert, bliver den beskrevne Peripheries Attraktion hen efter $FG = zdv$. Og derfor, naar Kraften efter FG opløses udi de to Side-Kræfter Gi og Fi, bliver Attraktionen efter $Fi = \frac{zdv.z - v}{z} = zdv - vdv$, hvilket, naar integreres saaledes, at z antages at være bestandig, faaes den hele Attraktion efter FC af den af Peripherien GK beskrevne Superfice $= zv - \frac{1}{2}vv$, hvortil ingen bestandig Størrelse legges, fordi, naar $v = 0$, er alt 0, som det og virkelig bør være. Multipliceres fremdeles denne Superfice med dz, da faaes derved det hele Materielle i den hule Ring, som i Kuglen beskrives ved Omveltningen af Gl og Hm, hvilket derfor bliver $\frac{(zv - \frac{1}{2}vv).(a + b).dx}{z} = \frac{Gi^2.FC}{2FG}dx$.

Følgelig er den hele Attraktion proportionert $\frac{GI^2.FC}{FG.V}dx$, fuldkommen som i den 80 Propos. hos Neuton, naar ved $\frac{1}{V}$ forstaaes den ensdanne Attraktion, som er i hver af Materiens Punkter. Da nu videre $v = z - x - b$, saa bliver $zv - \frac{1}{2}vv = \frac{z^2 - x^2 - b^2 - 2bx}{2}$,

§. 299.

Almindelige Regler for Legemernes absolute Styrke, naar de ere overalt ensdanne.

I alle Legemer er den absolute Styrke Summen af de enkelte Kræfter, hvormed Delene henge sammen. Ere derfor Tingene overalt i et og det samme horizontale Snit, i Hen-

---

og da $dx = \frac{zdz}{a+b}$, saa er $\frac{GI^2.FC}{FG}dx = (z^2 - x^2 - b^2 - 2bx).dz.$

Men $z^2 = b^2 + 2bx + 2ax$, og $x = (z^2 - b^2) : 2c$. Om $b + a = c$.

Saa bliver omsider $\frac{GI^2.FC}{FG.V}dx = \frac{-z^4}{4c^2V}dz + \frac{(2c^2 - 2bc + b^2)}{2c^2V}z^2dz$

$- \frac{(b^4 - 4b^3c + 4b^2c^2)}{4c^2V}dz$. Trekkes Tangenten FD; kastes Perpendi-

-klen DE ned, og videre DC trekkes; da er $FD = \sqrt{(b+2a).b}$.

$FE = \frac{(b+2a)b}{b+a}$. $EC = \frac{a^2}{c}$. Er N Midten af FE, da bliver

$NC = \frac{b^2+2ab+2a^2}{2c} = \frac{2c^2-2bc+b^2}{2c}$, hvilket, om sættes $= q$,

saaes $\frac{2c^2-2bc+b^2}{2c^2V}z^2dz = \frac{qz^2dz}{cV}$. Ligeledes er $NA = NC - AC$

$= \frac{b^2}{ac}$. $NB = \frac{b^2+4ac}{2c}$, og $NB.NA = \frac{b^4+4acb^2}{4c^2}$

$= \frac{b^4-4b^3c+4b^2c^2}{4c^2}$. Saafremt derfor, at NB. NA kaldes f,

saaes for den hele Attraction af det foromtalte materielle sphæriske Element, hvis alle Dele trekke lige stærk,

$$\frac{-z^4dz}{4c^2V} + \frac{qz^2dz}{cV} - \frac{fdz}{V}.$$

Hvori, om videre sættes $V = z^n$, da sees strax, at Attraktionen af den hele Sphæra altid kan ved en Integration, hvori z nu sættes foranderlig, findes i algebraisk Størrelse, de tre Tilfælde alene undtagne, da $n = 5 = 3 = 1$. I hvilke Integrationen dog altid kan skee ved Logarithmos.

a) Er

Henseende til Tykkelsen og de smaa Deles Kræfter ensdanne, da er der ingen Tvivl paa, at jo den absolute Styrke i et saadant Snit er dets Overflade proportionert, saa at derfor

a) Alle

---

a) Er $V = 1$ eller bestandig, da er Integralen $\frac{qz^3}{3c} - \frac{z^5}{20c^2} - fz + B$. Den bestandige Størrelse B bestemmes deraf, at naar $z = b$, bør Integralen være intet, saa at derfor det fuldstændige Integral bliver $\frac{b^5 - z^5}{20c^2} + \frac{qz^3 - qb^3}{3c} + fb - fz$. For den hele Kugle sættes $z = b + 2a$, hvoraf strax sees, at da ingen af Nævnerne bliver derved $= 0$, bliver Kuglens Attraktion i al endelig Distance endelig. Vil man finde, hvad Kræfterne af Attraktionen bliver i det Tilfælde, da det Punkt F falder i A, bliver $b = 0$, $f = 0$ og $z = 2a$, hvoraf endnu følger, at Attraktionen i A bliver endelig. Følgelig kan den Attraktion, der er som Quadraten af Distancen forkeert, hvilken her hos os i de attraherede Legemer altid kan ansees som bestandig i alle deres Punkter, ikke foraarsage Tingenes sammenhængende Kraft, men alene deres Tyngde.

b) Man finder det samme i Almindelighed for det Tilfælde, da $n = 2$; thi Integralen af $\frac{-z^2 dz}{4c^2} + \frac{qdz}{c} - fdz.z^{-2}$, er $(b^3 - z^3) : 12c^2 + (z - b)\, q : c + \frac{fb - fz}{zb}$, og naar Kuglen rører det Punkt, som den trekker til sig, faaer man $-z^3 : 12a^2 + zq : a$. For den hele Kugle er $z = 2a$, og den sammenhængende Kraft $= 2q - \frac{2}{3}a$.

c) Er $n = 1$, da sees strax, at det fuldstændige Integral af de to første Stykker er en endelig Størrelse, af $-\frac{fdz}{z}$ er den derimod

a) Alle de Legemer, som ere i Oversnittet de samme, og for Resten paa for sagte Maade ensdanne, ere af lige stor absolute Styrke der, hvor Snittet over dem er det samme, hvad heller at de ere saa for Resten i sig selv og i Snittet af samme Figur, eller ikke.

b) Fol-

$-f$ Log. z, og naar den bestandige Størrelse B legges til, faaes f Log. $\frac{b}{z}$, som naar Tingene røre hverandre, fordi da saavel f som $b = 0$ forandres til 0. Log. $0 = 0$. ☞. Den sammenhængende Kraft er derfor i dette Tilfælde endnu endelig.

d) Men er $n = 3$ eller Attraktionen, som Kubus af Distancen forkeert, da forandres $\frac{qz^2 dz}{cV}$ til $\frac{qdz}{cz}$, hvis Integral er $\frac{q}{c}$ Log. $\frac{z}{b}$. Er $b = 0$, da er Log. $\frac{1}{0}$ uendelig stor. I dette Tilfælde bliver derfor den sammenhængende Kraft uendelig stor, saa at dersom Materierne besidde foruden den Kraft at trekke til sig, hvilken er som Quadraten af Distancen forkeert; endnu en, som Kubus af Distancen forkeert, maa nødvendig den sammenhængende Kraft af Tingene i dette Tilfælde blive uendelig stor, eller en saadan, som den, man finder i de faste Tings sammenhængende Dele.

e) Er n en endnu høiere Dignitet end Kubus, da, for at indbefatte under et alle de øvrige Tilfælde, bliver den almindelige Formul $\frac{-z^{4-n} dz}{4c^2} + \frac{qz^{2-n} dz}{c} - fz^{-n} dz$. Hvoraf Integralen i Almindelighed er $\frac{-f^{5-n}}{(5-n)4c^2} + \frac{qz^{3-n}}{(3-n)c} - \frac{fz^{1-n}}{(1-n)} + \frac{b^{5-n}}{(5-n)4c^2} - \frac{qb^{3-n}}{(3-n)c} + \frac{fb^{1-n}}{(1-n)}$, hvori, saa tidt som der handles om den

sammen-

b) Følgelig, om prismatiske og cylindriske Legemer ere ensdanne, og i deres Oversnit af samme Quadrat-Indhold, behøves i dem alle lige store Kræfter for at brække dem. Ere de af ulige Quadrat-Indhold i Snittene, da forholde de brækkende Kræfter sig som disse Indhold; og derfor som Quadraterne af de proportionelle Sider i Snit-

sammenhængende Kraft, z stedse betyder $2a$, men f og $b = 0$. og $c = a$. Videre, saa tidt som n er større end 5, kommer i Værdien af den sammenhængende Kraft b altid i Nævneren, saa at Størrelserne $\frac{b^{5-n}}{(5-n)4c^2}$ $-\frac{q.b^{3-n}}{3-n}$ blive uendelige. Er $n = 5$, bliver desuden $\frac{b^{5-n}}{(5-n)4c^2}$ uendelig, saavelsom $\frac{-z^{5-n}}{(5-n)4c^2}$. Hvis Integral da er $\frac{1}{4c^2}$ Log. $\frac{b}{z}$ = Log. 0, naar $b = 0$. Er $n = 4$, gielder det samme om $\frac{-qb^{3-n}}{(3-n)c}$, saa deraf sees; at de Kræfter, som virke omkring ved Peripherien af en Kugle, indeholde altid noget uendeligt, saa tidt som Attraktionen skeer forkeert-viis i en høiere Forhold af Distancen, end den, der er som dens Kubus.

f) Man kan endnu agte, at om ikke $b = 0$, da i lige Distancer fra Kuglen tabe sig de attraherende Kræfter ulige stærkere, naar disse Kræfter ere en høiere, end naar de ere en ringere Potenz eller Høide af Distancen forkeert tagen. Thi naar z og b komme i Nævneren, da jo større Dignitet eller Høide at de have, desto mindre bliver den Værdie af Integral, som under adskillige deslige Digniteter eller Høider svarer til den samme Distance z eller b. Da derfor de Kræfter, hvormed Tingenes Dele hænge sammen, tabe sig paa meget smaa Distancer, synes det, som om de Kræfter af Attraktion, hvorved de bleve foraarsagede, maatte være i forkeert Forhold af en anseelig stor Høide af Distancen.

tene, om disse sidste ere ligedanne Figurer; som Quadraterne af Diametrerne, om de ere Cirkler.

Ligeledes kan man bestemme, hvad Styrke de samme eller adskillige Legemer have i adskillige Snit, for at sammenligne dem med hverandre indbyrdes. Thi saa tidt, som de ere overalt ensdannne, forholde disse Kræfter sig som Snittene. Saaledes ere i prismatiske og cylindriske Legemer Kræfterne i alle horizontale Snit lige store, hvorfor de bør brekke alleroverst oppe, fordi Pressionen af den paahengte Tyngde og af deres egen Vegt der er størst. I rette pyramidale og koniske Legemer derimod ere de sammenhængende Kræfter i adskillige Snit, der ere parallele med Basis, som Quadraterne af Høiderne, hvilke i Pyramiderne og Keilene svare til disse Snit. Man kan paa samme Maade, saa tidt som det behøves, udregne de sammenhængende Kræfter i alle andre Legemer, hvis adskillige Snit ved Geometrien og Algebre kunne udregnes.

§. 300.

Man kan i Brugen med stor Nytte meget ofte betiene sig af det allerede sagte. For Ex. Naar man først veed af giorte Forsøg, hvad absolut Styrke et Parallelipipedum af Træ staaer imod med, som i et Experiment magelig kan behandles, da kan man deraf bestemme, hvad den absolute Kraft er i den tykkeste Bielke. Ligeledes, naar man veed den absolute Kraft ved et Experiment i en Snor af given Diameter, kan man slutte sig til Styrken af det tykkeste

Tou,

Tou, naar det ellers er giort paa den samme Maade, som Snoren. Man kan derved agte, at alle disse Beregninger alene nærme sig til det sande og rette; fordi Hypothesen af en overalt ensdan Materie ikke synes at finde Sted i Naturen. Men de nærme sig dog saa anseelig, at man derefter nogenlunde kan rette sig.

§. 301.

Naar Legemerne brekkes efter Længden af Tyngder, er deres egen Tyngde en Deel af den brekkende Kraft. Følgelig, naar den hele brekkende Kraft er blevet bekiendtgiort §. 300, da maa fra den trekkes Legemets egen Tyngde, saa bliver derved den Last bekiendt, hvormed et givet vertikal hengende Legeme kan besværes, før det brekker. Henges mindre paa, brekker det ikke.

Anmerkning, angaaende den Deel af den absolute brekkende Kraft, som beroer paa Tingenes egen Tyngde, og i hvad Længde at Tingene maa brekke af dem selv.

Ligeledes bestemmes let den Længde, hvilken naar et for Resten givet og overalt ensdan Legeme faaer, det da maa brekke af sin egen Tyngde. Man behøver alene at udregne, hvad Længde det bør have, for at være saa tungt som den brekkende Tyngde; da det med denne Længde brekker, ellers ikke.

§. 302.

Fremdeles er det let i denne Hypothese, at bestemme den mindste Tykkelse x, som behøves, paa det at et bærende Vertikal-Legeme af en vis given Længde, en Jern-Stang eller Kiede for Ex., ikke skal brekke med en given Byrde B. Thi man behøver alene at bestemme den Tyngde T, som brekker et prismatisk Legeme A

Den mindste Tykkelse bestemmes, under hvilken en Materie af given absolut Styrke kan bære efter Længden en given Byrde.

af

af samme Art, hvis Basis b er given. Fremdeles bestemmes Tyngden af et andet ligesaadant Legeme af samme Basis, men saa langt, som Forskiellen i Længde imellem Legemet A og det foresatte; Er den t, da kan dette sidste Legeme brekkes af den Tyngde $T - t$. Men ensdanne Legemer af samme Længde brekkes af Tyngder, der ere deres Baser proportionerte, følgelig bliver $T - t : b = B : x$ og $\frac{bB}{T-t} = x$.

§. 303.

Adskillige Forsøg over Træers absolute Kræfter anføres.

Vi sagde nylig, at man i et hvert enkelt Tilfælde, som burde bestemmes, behøvede en given Erfaring over en Materie af samme Slags, og af bekiendt Basis, der hvor det var blevet overbrudt med en vis given Tyngde. Af deslige Erfaringer ere en Deel allerede bestemte, hvoraf vi her ville anføre nogle af de Muschenbroekiske (*), som tilforladelig ere giorte med stor Flid.

Træe-Arter.	Tyngder i Amsterdammer Pund, hvormed de ere blevne brudte.			
	1. I cylindrisk Form, hvis Diameter var i Rhinske Tommer.		2. I prismatisk, med Quadrat-Basis, hvis Side var i Rhinske Tommer.	
	Diamet.	Styrke.	Diamet.	Styrke.
Linde-Træe	0. 27″	720 Pd.	0. 27″	1000 Pd.
Fyr	0. 27″	650 "	0. 27″	600 "
Eeg	0. 27″	1150 "	0. 27″	1150 "
Elm	0. 26″	850 "	0. 27″	950 "
Bøg	0. 26″	1150 "	0. 26″	1250 "
Pile	0. 26″	1000 "	0. 26″	900 "
Plumme	0. 25″	600 "	0. 25″	550 "
Æble-Træe	0. 25″	500 "	0. 25″	550 "

I disse

(*) See hans *Introduct. ad Cohærent. Corpor. firmorum* andet Hovedst.

I disse Erfaringer falder det strax i Øinene, som noget besynderligt, at de sammenhængende Kræfter ikke ere Grund-Fladerne proportionerte.

§. 304.

Adskillige Slags Træer lade sig ikke brekke efter Længden.

Disse ere af de Muskenbroekiske Erfaringer de betydeligste. Af El, og af nogle andre Træe-Arter kunde den absolute Styrke ikke bestemmes, fordi Træets Trævler efter Længden ikke havde saa stor Styrke at henge sammen med, som de efter Bredden, hvilket foraarsagede, at disse Træe-Sorter, langt fra at brekkes tvert over, saaledes som de andre, tvertimod lode sig trekke efter Længden ud af heelt Træe. For at forstaae dette desto bedre, maa man vide, at paa hvad Maade end Brekningen skeer, f. E. som i Taf. XV. Fig. 4, hvor den ene Ende BC henges op i Tou eller Jern-Boiler, og Tyngder paa den anden DE, da gieres altid Enderne BC og DE tykkere end Stokken A selv, som blev brudt af den paahengte Tyngde, ved hvilken i det faste Træe BC langs hen efter *ca* og *bn*, *cnba* løsnede sig, saa det hele Prisma *cnom* lod sig trekke heelt ud, uden at det i de fleste Træe-Sorter, hvor dette skede, tillige lod sig brekke over Midten *fx*. Derimod skede begge Dele udi de Slags Træer, hvis Trævler efter Længden holdt sammen med samme Kræfter, som de efter Tverten eller Bredden.

§. 305.

Adskillige Anmerkninger, som maa iagttages i at domme om

Uagtet at disse Forsøg ere blevne giorte med stor Flid, og alle med reent Træe, thi Knuderne svække Træets Styrke anseelig; saa kunne dog, saa tidt som de bruges, de paa dem anlagte Reg-

Træe-Substanernes Styrke.

ninger ikke ansees for andet, end ligesaa mange Approximationer, eller Nærmelser til de givne Træe-Stokkes sande Styrke at erfare. Thi tager man Ege- Linde- eller Fyrre-Træer, som ere voxne nu paa en høiere, nu paa en fugtigere Grund, og anstiller ligedanne Forsøg med begge, da finder man den virkelige Styrke i et Slags af disse Træer betydelig mindere, end i det andet, ja endog i et og det samme Træe, eftersom man enten skier et Stykke af paa Norder Siden, som altid er fastere, eller Søndre Side, som er løsere. Følgelig burde man ved en Mængde Forsøg see derhen, at Grendse-Skiellet, (saa at sige,) eller det Mindste og Største i disse Materiers Styrke, blev fastsat. Det samme burde iagttages, eftersom Træe af samme Stamme var tørrere eller grønnere til. Ligeledes og, eftersom de til Forsøgene brugte cylindriske eller prismatiske Stokke bleve skaarne ud af Stammen eller Planken nærmere inde ved Midten af Træet, eller længere ud imod Barken til, nærmere ned ved Roden, hvor det er fasteſt, eller høiere op mod Toppen til. Thi ligedanne Erfaringer, som de forrige, vise uimodsigelig, at det yngere Træe, det nemlig, som i de sidste Aar haver sat an inde ved Barken i Træets Ringe, er mindre bøieligt, end det, som sidder bedre ind imod Midten, skiønt dette sidste i friske Træer er fastere. Grene-Træet findes altid svagere, end Træet af Stammen. Dette igien svagere eller stærkere til, eftersom Træet enten haver været i sin beste Vext eller i Aftagende til. Overalt maa i alle disse Forsøg mangfoldig sees paa, at de Stokke man giør Forsøg med, skieres ud efter Traaden af Træet eller Længden af Træe-Faserne, uden at disse overskieres.

Desuden kan agtes, at i det Træe-Stokke brekkes, svarer Naturens Hypothese ikke fuldkommen til vores forhen antagne. Thi

Brekning-

Brekningen skeer ikke udi et og det samme horizontale Plan, uden meget sielden; de fleste Tider skeer den ulige, nemlig i flere horizontale Planers Dele tillige; hvilket vel til nogen Deel kan foraarsages af Kræfternes tildeels skieve Trekning, som sielden kan forekommes ganske. Men det samme viser dog tillige, at i Naturen selv alle Dele i en og den samme horizontale Skive henge ikke sammen med lige store Kræfter. En af de Ting, der bør ansees som en stor Paradoxie i disse Forsøg, er, at de firkantede Legemer ofte have ladet sig brekke med mindre, eller med de samme Tyngder, som de med dem lige brede Cylindrer, uagtet at Fastheden synes at burde være større i de første end i de sidste, efter den Forhold af 1000:785.

§. 306.

Adskillige Maader forklares, hvorpaa Træets absolute Styrke kan undersøges.

* Man kan paa adskillige Maader rive deslige Legemer fra hverandre, for Ex. om, naar alt er giort, som i Fig. 4, den ene Ende legges ind i Tou eller Jern-Bøiler, Stokken selv legges horizontal, og den anden Ende sattes derpaa med stærke Tou, som slaaes om Bommen af en Vinde, hvis lange Vegtstænger trekkes af Folk, saa længe til Materien brekker. Men man saaer paa denne Maade, som dog er tienlig i Forsøg udi Stort, aldrig nogen neie Udregning af den brekkende Tyngde, fordi Kræfterne trekke i saadant Tilfælde gierne meget ulige, og man maa nødvendig lade Touet gaae igiennem en Stellage, som kan tage imod Slaget, naar det i Brekningen springer tilbage, for at forekomme al Uheld og Ulykke paa Folkene, som ellers kunde hende. Men i smaa Forsøg kan man brekke Stokken paa Mariottes Maade (*), naar den

(*) *Traisè du Mouvement des Eaux* Part. 5. Disc. 2.

henger vertikal ved virkelige paahengte Tyngder, efter det nylig forklarte i §. 304, men allerbest og bequemmeligst for Udregningerne ved den af Muskenbroek dertil indrettede Machine (*), hvis Beskrivning det maaskee ikke er utienligt her at anføre saaledes, som den af denne berømte Skribent selv er blevet beskrevet.

Stellagen, hvorudi Vegten henger, forstaaes let af Tegningen Taf. XV. Fig. 5. Den Jern-Skrue E, som fatter i Hagen D, udi hvilken Bismeren henger, er med Flid giort til at skrues høiere op og ned, og endelig at holdes af den hule Skrue udi E, fordi man derved kan stille Bismeren høiere eller lavere, eftersom Længden af det Stykke Træe, der skal rives fra hinanden, det udfordrer. Indsnittene P i Opstanderne ere giorte, for efter Fornødenhed i dem, som Figuren viser, at legge et Tou ind strax oppe ved den lange Arm af Bismeren B, saa at denne Ende, i det den slaaer ned, naar Materien brekker, ikke skal komme udi et for stort Sving. Alle Delene i Machinen maa giøres føre og tilstrekkelig stærke, thi Loddet C veier af i Afdeelnings-Punkterne 1. 2. 3. .. 13. 14. o. s. v. lige saa mange hundrede Pund.

I G sees Stokken eller den Materie, som skal sprenges, hæftet fast ved Enden af Bismeren og ved Foden af Stellagen i de to Kroge F og H. Man seer, at den er med Flid giort bredere og førere udi begge Enderne, end i Midten, som egentlig skal sprenges; desuden er saavel oven som neden til lagt to Stykker Træe paa begge Sider af de brede Ender, som skal sprenges, hvilket alt passer saavel oven som neden trangt ind i en Jern-Bøile L. Da saavel

(*) See Muskenbroek anførte Sted.

saavel Jern-Bøilen, som Træet, der imellem dens Sider sættes i Klemme, er igiennemboret med et giennemgaaende cylindrisk Hul, hvori en Jern-Pind passer trangt, saa sees let Beskaffenheden af den hele Machine, og hvorledes i den Brekningen kan gaae for sig.

§. 307.

Forsøg giorte over Metallernes Fasthed.

Til at undersøge Metallernes Fasthed, haver man betient sig af cylindriske Metal-Traader, hvilke ligeledes ere blevne overbrudte, skiønt paa en noget anderledes Maade. Man haver fundet, at de alle trekke sig tyndere omkring ved det Sted, hvor de brekkes, saa de omkring ved det have den Dannelse af en forkortet Keile, over hvis mindste Basis at Brekningen mestendeels skeer. Naar disse cylindriske Metal-Traader have været i Diameter af $\frac{1}{10}$ Rhinsk Tomme, ere de blevne splittede ad med følgende Kræfter, givne udi Amsterdammer Pund.

Guld.	Jern.	Solv.	Kobber.	Messing.	Tin.	Blye.
500.	450.	370.	299¼.	360.	49¼.	29¼.

Hvoraf sees, at Guldet er den fasteste af alle Metaller, og efter det Jernet. De Forsøg, som ere blevne giorte med Metal-Traader af adskillig Tykkelse, bevise, at Metallernes Fasthed er ikke fuldkommen Tykkelserne eller Grund-Fladerne, der, hvor de brekkes, proportionerte; endskiønt at de nærme sig anseelig til denne Forhold.

§. 308.

Vanskeligheder, som møde i at bestemme de re-

Dette forudsat, sees strax; at saa tidt som den absolute Styrke er bekiendt, og den Forhold, som der er imel-

lative sammenhengende Kræfter. I den Hypothese, da alle Punkter antages at brekke ensdan, ere de som Længderne forkeert, som Bredderne lige frem, og som Quadraterne af Høiderne ligeledes lige frem tagne.

lem denne og den relative, da er der ingen Vanskelighed meer i at kunde bestemme denne sidste. Men her kommer det atter igien an paa, i et hvert givet Slags af Legemer at kunde vide, efter hvad Regler at de virkelig brekkes; hvilket endnu i vor Tid er til største Deel ubekiendt, fordi paa den ene Side er Undersøgningen vanskelig, og paa den anden ere langt fra ikke saa mange Undersøgninger og Forsøg desangaaende blevne giorte, som man vel maatte ønske. Med et Ord, denne hele Lærdom er endnu ikke uden i sin Begyndelse. Man gaaer derfor fort ved Hypotheser, i hvilke Udregningen af det, som søges, altid gierne er det mindst vanskelige. Den ældste Hypothese er den af Galilæo, at nemlig alle Delene tvertover den Materie, som brekkes, alle bleve brudte paa engang. I dette Tilfælde seer man strax (Taf. XIV. Fig. 13.), at om et Prisma AC*bd* brekkes over Høiden efter *bd*, saa det i at brekkes, faaer en Stilning som *e*EF*d*, og den brekkende Tyngde er anlagt i C. Da er Kraften af denne Tyngde til at brekke, altid sin Vegtstangs-Arm, og følgelig Længden af Prisma C*b* eller E*e*, forkeert-viis proportionert, hvilket ligeledes haver Sted i alle andre Hypotheser. Fremdeles er den Bredden proportionert (alt for Resten lige), thi er Bredden af det samme Legeme dobbelt, og den sammenhengende Kraft ensdan i alle dets Dele, da er under dobbelt Bredde den sammenhengende Kraft og nødvendig dobbelt, hvilket ligeledes paa samme Maade maa gielde i alle andre Hypotheser.

Angaaen-

Angaaende Høiderne derimod, da er det øiensynligt, at de langs ned efter *ed* staae imod med ulige Vegtstangs-Arme eller Momenter. Thi det Punkt *e* virker imod, eller søger omkring det Hvile-Punkt *d* at trekke det hele Prisma tilbage efter den Vegtstang *ed*; det Punkt *f* efter den Vegtstang *fd*, o. s. v. alle de andre. Kaldes den absolute Kraft af et hvert Punkt, eller et hvert Horizontal-Lag, K, da beviſes let (*), at Kraften efter Høiden altid er som $\frac{K. ed^2}{2}$. Følgelig bliver den i ensdanne prismatiſke Legemer af adskillig Høide, som Høidens Quadrat.

Saale-

(*) Thi kaldes *ed*, *s*. Enhver ubeſtemt Diſtance fra Hvile-Punktet, som *fd*, *x*. Den absolute Kraft, der antages som beſtandig i et hvert af Punkterne, K. Da bliver $Kxdx$ Modſtanden af et Element, hvis Høide er uendelig liden, og Summen af alt, eller den hele Modſtand, bliver ubeſtemt viis $\frac{Kxx}{2}$. Naar $x = ed$, bliver for det hele Legeme Modſtanden efter Høiden $\frac{K.ed^2}{2}$. Sættes K foranderlig, men efter en vis Orden, da kan man paa denne samme Maade beſtemme en uendelig Mængde af andre Hypotheſer; for Ex. om man ſætter K proportionert ax, da faaes for Elementet af Modſtanden i et hvert af de ubeſtemte Punkter som x, ax^2dx, og for den hele Modſtand $\frac{1}{3}ax^3$, saa at derfor den hele Modſtand bliver da proportionert Kubus af Høiden. Men man maa vel agte, at i denne og alle andre deslige Værdier er a et beſtandigt Tal, hvilket, om Hypotheſen er rigtig, altid ved en eneſte Erfaring kan beſtemmes; ved en saadan nemlig, som en af de, hvilke vi i det følgende anføre. Man seer let, at man paa samme Maade kan antage i Steden for x den almindelige Potenz af Diſtancen fra Hvile-Punktet x^n, da man

Saaledes bliver i denne Hypothese Modstanden i sammensat Forhold af Længden forkeert, af Bredden og af Quadraten af Høiden lige frem tagne. Man veed af Erfaring, at jo haardere, stivere og mindre boielige at Legemerne ere, desto stærkere nærme de sig til denne Forhold. I Glas for Ex. findes denne Forhold overmaade noie. Ligeledes og nogenlunde i Eg og andre faste Træer.

§. 309.

Hvad Deel Legemernes egen Tyngde haver i deres Brekning.

I at tale om de Kræfter, som brekke deslige Legemer efter Længden, have vi ikke betragtet i det forrige Tyngden som en med. Men denne Betragtning gior, som man let seer, Sagen ikke vanskelig. Thi naar Tyngdens Center n er bekiendt, og dens Vegtstang, som vi ville kalde f, da er i det Punkt C, hvor den brekkende Tyngde henges an, om hele Legemets Vegt kaldes P; den Trykning af Tyngden, som i C søger at overbrekke Legemet udi $ed = (P.f) : bC$. Med denne Kraft bør altid den udi C brekkende Tyngde formeres, for at kiende den hele brekkende Kraft.

Er, som i alle prismatiske og cylindriske Legemer, Tyngdens Center i Midten, da bliver den Kraft, som for Tyng-

man fik for Modstandens Værdie $ax^{n+1}dx$, og den hele Modstand $= \frac{a(x^{n+2})}{n+2}$. Man kan paa samme Maade optænke utallige Hypotheser, men det, som det i Udøvelsen gielder om, er at kunde bestemme og følge Hypothesen af Naturen.

Tyngdens Skyld den brekkende Kraft i C maa formeres med, saa stor som den halve Tyngde.

§. 310.

Med hvad Kraft prismatiske Legemer kunde brekkes i forrige Hypothese.

Heraf sees, at man strax kan finde den Kraft, hvorved et givet horizontal Prisma, som ligger fast med den ene Ende, og understøttet med den anden, kan brekkes udi E, alene at ved et Experiment den Kraft er bekiendt, som brekker et vist givet ligedant Prisma af samme Materie.

Thi kaldes i dette sidste Længden l, Bredden b, Høiden h. I det Prisma, som skal brekkes, Længden L, Bredden B, Høiden H, og den i Experimentet brekkende Tyngde, Vegten af det, der brekkes, iberegnet, kaldes P. Den søgte Kraft x. Da er $L.b.h^2 : l.B.H^2 = P : x$, §. 308, og $x = \frac{P.l.B.H^2}{L.b.h^2}$, hvilket var den brekkende Tyngde, om Prisma var uden Vegt. Men er dens Vegt g, da bliver §. 309 den brekkende Tyngde $= \frac{P.l.B.H^2}{L.b.h^2} - \frac{1}{2}g$. Hvoraf man da seer, hvad en given Bielke eller et givet Prisma kan bære.

§. 311.

Under hvad Længde et prismatisk Legeme af given Bredde, og i en vis Længde af given Tyng-

* Deraf bestemmes let, under hvad Længde at et prismatisk Legeme af given Bredde og Høide maa brekkes af sin egen Tyngde. Thi man behøver alene at bestemme til den givne Bredde, hvad dets Vegt g er under en vis given Længde α, og at kalde den søgte

de brekkes af sin egen Tyngde.

Længde x, saa bliver dets ubekiendte Vegt under samme Længde $\frac{gx}{a}$, og man faaer §. 310. $\frac{P.l.B.H^2}{x.b.b^2} - \frac{1}{2}\frac{gx}{a} = \frac{gx}{a}$. Følgelig er $\frac{2.P.l.B.H^2.a}{3.g.b.b^2} = xx$, og derfor $x = \frac{H}{b}\cdot\sqrt{\frac{2.P.l.B.a}{3.g.b.}}$.

§. 312.

Bestemmelser ved Forsøg, angaaende Træers relativ Styrke.

* Man kan paa selvsamme Maade og af de saa her anførte Grunde opløse en stor Mængde andre Spørsmaal, hvilke vi dog her alle forbigaae, som mindre nyttige. Men da vi have sagt, at i de haarde Legemer og i en Deel Træe-Arter disse Udregninger temmelig kunde nærme sig til det, hvad de virkelige Erfaringer vise, skeer; og dertil endnu videre behøves, at man veed forud i et hvert enkelt Tilfælde, med hvad Tyngde et Legeme af samme Art og af givne Dimensioner er blevet brudt, saa er det tienligt, at anføre de Erfaringer, hvilke i disse Henseende kunde ansees som de tienligste. Da Metallerne lade sig bøie ganske og aldeles, endog til en Vinkel af 90°, uden at brekkes, saa foraarsager deres store Bøielighed, at man ikke paa samme Maade kan undersøge de Tyngder, hvormed de brekkes, som man kan undersøge det i Træe-Sorterne. I Henseende til disse sidste, ere iblant de Muskenbroekiske de følgende særdeles værd at agte. Forsøgene ere blevne giorte ved den samme Stellage, som i Machinen Taf. XV. Fig. 5, i a nemlig er et cylindrisk, i b et prismatisk Hul, forede med Messing, saa Træet ei beskadiges; i disse Huller bleve de Stokke satte ind, som skulde brekkes ved en dem i Enden paahengt Vegt, besvært med Tyngder. Enden af Stokken var derfor tykkere, saaledes som i Fig. 4. I

dem

dem alle maa iagttages, at under Experimentet de smaa Træe-Stokke bøiede sig saa stærk, at den brekkende Tyngdes Distance fra Hullerne *a* og *b*, som Stokken laae ind i, og strax ved hvilke at den brak, i dette sidste Øieblik var anseelig mindre, end i Begyndelsen, fordi Træe-Stokken bøiede sig. I øvrigt vare alle disse Stokke af samme Træe, Bredde og Diameter, som de i §. 303.

Træe-Sorterne.	Deres Distance fra Hullet i Begyndelsen.	Deres Distance fra samme, da de brak.	De dem brekkende Tyngder.
Cylind. Linde-Træe	5′ Tomme	3′ 5 Tomme	80 Unzer.
Cylind. Elle = =	5′	4′	80 = =
Cylind. Bøge = =	5′	4′	79 = =
Cylind. Ege = =	5′	4′ 3″	102 = =
Prism. Ege = =	5′	4′ 5″	100 = =
Cylind. Pile = =	5′	4′ 1″	70 = =
Prism. Pile = =	5′	4′	75 = =
Prism. Elme = =	5′	4′	120 = =
Prism. Pære = =	5′	4′ 5″	123 = =
Prism. Fyr = =	5′	4′	71 = =
Cylind. Fyr = =	5′	4′	69 = =

Man seer let, hvorledes at disse Forsøg i Udregningerne bør bruges, man behøver alene i Steden for de i §. 810 givne almindelige Størrelser *h*, *l*, *b*, at sætte Værdierne i Tal, som dertil svare i Tafien, og ligeledes af den givne Træe-Stoks Dimensioner at bestemme Størrelserne af Bogstaverne P, L, B, H.

§. 213.

* Dersom man kunde i disse Udregninger sikker holde sig til og følge de geometriske Forhold, da kunde man strax af en Erfaring over de cylindriske Stokke slutte sig til Styrken af de prisma-

I Følge de forrige Forsøg kan man af de cylindriske Stokkes Styrke ikke slut-

te til Styrken af de Prismatiske.

tiske af samme Høide og Bredde, og omvendt-viis. Thi Forholden af de Cylindriskes relative Styrke bør være til den i de Prismatiske (alt for Resten lige) som 2 : 3 (*). Men dette er, hvad Erfaring og de giorte Forsøg imodsige, saa man gior allerbest i alle enkelte Tilfælde at holde sig til adskillige Forsøg, og, om mueligt, da i Smaat af den Tommer-Stok, som man haver under Hænder, og egentlig vil bruge.

§. 314.

Hvad Kræfter, som behøves til at brække Tommer-Stokkene, naar disse Kræfter legges an ved begge Ender af dem, imidlertid at de understøttes i et Punkt, som falder imellem begge Enderne.

Skiønt det Tilfælde, hvilket vi her have betragtet, kan ofte komme for udi Brugen, er det dog i den ikke det betydeligste. Vi ville derfor betragte andre, og først de simpleste, naar nemlig en Tommer-Stok er anlagt over en eneste Linie af sin Bredde. Vi ville først i denne Henseende betragte Midten C, (Taf. XV. Fig. 6.) da man strax seer, at dette Tilfælde kan aldeles ikke være adskillig fra det forrige, thi Brekningen maa skee i C. Og da vi antage, at Bielken

(*) Thi er *bb* en Chorda i Cirklen (Taf. XIV. Fig. 12.), som er Basis til Cylindren, og *cdgf* Quadraten, som er Basis til Prisma; da, i det Brekning skeer, veltes i disse Figurer *bn* om det Punkt *n*, og *io* om det Punkt o. Men da vi antage, at saa længe som Længde og Bredde ere de samme, ere de sammenhengende Kræfter som Quadraterne af Høiderne, saa blive disse Kræfter, om $ae = cf = a$, $al = x$, som $4ax - 4xx : aa$, og i de smaa Elementer af Cirklen og Quadraten som $4axdx - 4xxdx : aadx$. Følgelig blive de i det hele cirkulære Rum og i Quadrat-Rummet $= 2axx - \frac{4}{3}x^3 : aax$, og naar $x = a$, som $\frac{2}{3}a^3 : a^3 = 2 : 3$.

Bielken bestandig under Brekningen bliver liggende fast, saa i C, i Henseende til A, det samme nu skeer, som for i Hullet, Tommer-Stokken laae fast ind i; maa Kraften i A derfor igien være den samme som for, og paa det at Ligevegt kan have Sted, saa stor som den i B, om AC = CB.

Legges den derimod an udi noget andet Punkt D, da bliver den Kraft, der i A til Brekningen behoves udi D, til den, der udfordres udi C, som AC : AD, hvilket er en simpel Følge af Vegtstangens Natur. Men Kraften i A er bestandig til den i B for Ligevegtens Skyld som BD : AD, om Understotnings-Punktet eller Linien falder i D. Hvoraf let bevises, at man behover de mindste Kræfter for at brekke en Tommer-Stok, eller hvad anden Materie det er, naar den understottes i sin Midte, og begge de brekkende lige store Kræfter legges an i Enderne udi A og B (*).

§. 315.

Det vigtigste Tilfælde; det, som i Brugen mest forekommer, er unegtelig, naar deslige Tommer-Stokke ere Ligedan Undersøgning i det Tilfælde, da

(*) Thi kaldes AD, x; AB, a. Den i A brekkende Kraft K. Da bliver Kraften i B $= \frac{xK}{a-x}$, og Summen af begge Kræfterne bliver for det ubestemte Punkt D, $K + (xK) : \overline{a-x} = \frac{aK}{a-x}$, men $K = \frac{1}{x}$, saa man faaer Summen af Kræfterne $= \frac{a}{ax-xx}$, og naar det mindste søges, $-adx + 2xdx = 0$, eller $x = \frac{1}{2}a$,

Tommer-Stokkene ligge fast an med begge Ender.

lagte fast an med begge Ender udi A og B, som Taf. XV. Fig. 7. De desangaaende giorte Forsog vise, at de haarde Træe-Arter nærme sig endog i dette Tilfælde temmelig til den foromtalte Lov, som Quadraten af Høiden, men de boielige mindre. Saa man kan endnu her, som forhen, nærme sig til Tommer-Stokkenes virkelige Styrke, ved at sætte de brekkende Kræfter proportionerte den sammensatte Forhold af Længden, i Bredden, og af dem igien i Høidens Quadrat.

Folgelig kan man let udregne, af hvad Kræfter en vis given Materie skal brekke ved en Tyngde, hengt an i dens Midte C, dersom man i en anden ligedan Materie engang for alle ved et Experiment haver afgiort, med hvad Kraft den i sin Midte er bleven brudt. Thi vedligeholdes de samme Benævninger, som i §. 310, saa at den i det giorte Forsog brekkende Kraft er P. Da, naar man tillige ikke bekymrer sig om Tyngden, bliver den hele sogte brekkende Kraft, som udfordres til at bryde den givne Materie over, som for i §. 310, $= \frac{P.l.B.H^2}{L.b.b^2}$.

§. 316.

Skiont efter denne Methode et nyt Experiment ved hver Tommer-Stok behoves, saa er den dog unegtelig den sikreste og noieste af alle. Imidlertid, dersom man ei vil giore sig saa stor Moie, men betiene sig af de forhen §. 312 givne Forsog, for deraf at udregne de brekkende Kræfter i

disse

sidste Tilfælde, da Tommeret ligger fast an med begge sine Ender; saa behoves alene at iagttage, at naar den samme Stok AB, som her antages at ligge fast med begge Enderne, ikke laae fast uden i den ene A, (alt for Resten lige) kan den i dette sidste Tilfælde, naar Enden B ligger los, ikke bære udi B meer end den fierde Part af det, som den kan bære udi sit Midte C, naar begge Enderne A og B ere understottede.

Thi naar Legemet alene er understottet udi A, og den i B brekkende Tyngde kaldes T, da bliver den i samme Tilfælde udi Midten C brekkende Tyngde 2T, som er alt, hvad der behoves for at brekke Bielken eller Tommer-Stokken, naar Modstand alene skeer udi A. Men skeer endnu desuden en ligesaa stor Modstand udi B, da maa Kraften i C for den dobbelte Modstands Skyld giores dobbelt, saa den derfor bliver = 4T.

§. 317.

Deraf sees, at man, for at udregne den i C brekkende Kraft, naar Tommer-Stokken ligger fast an med begge Enderne udi A og B, intet andet behøver end, efter §. 310 at søge den i B brekkende Kraft, naar Tommer-Stokken alene laae fast an udi A. Da man siden, ved at multiplicere den fundne Kraft med 4, finder Kraften udi C.

* Deraf forstaaes ydermere, hvorledes man kan, naar den Kraft er given, som i Midten C brekker en Tømmer-Stok, der ligger fast an med begge Ender, videre finde den, der, i hvad andet

det Punkt D man vil, skal brekke den samme Stok. Thi er Kraften i C = K, da bliver den i B, naar i A alene Legemet er understøttet, = $\frac{1}{4}$K, §. 316, og den Kraft, som i dette sidste Tilfælde kunde, anlagt i D, brekke Stokken, blev (naar nemlig AD = x og AB = a) $\frac{\frac{1}{4}Ka}{x}$, i Følge Vegtstængernes Natur udi B og D, og Modstandens udi A. Men ligger Stokken tillige an udi B, da maa den i D brekkende Kraft være saa stor som Modstanden i A, tilligemed den i B. Da den derfor i A er efter det allerede fundne = $\frac{Ka}{4x}$, bliver den i B = $\frac{\frac{1}{4}aK}{a-x}$. Thi ansees D som Hvile-Punktet, da bliver $a-x : x = (\frac{1}{4}aK) : x$: Kraften udi B. Men skal Ligevegt være imellem Kræfterne udi A, C og B, da bliver den søgte Kraft i D = $\frac{\frac{1}{4}aK}{x} + \frac{\frac{1}{4}aK}{a-x} = \frac{\frac{1}{4}a^2K}{x.(a-x)}$. Følgelig forholder sig den søgte Kraft udi D til den i C, som $\frac{1}{4}a^2K : \overline{ax-xx} : K$, som $\frac{1}{4}a^2 : ax - xx$.

Alle Tommer-Stokke, som ligge an med begge Ender, brekke lettest betyngede udi Midten.

Deraf sees, at en Tommer-Stok er endog, naar den ligger an med begge Ender, svagest udi Midten, om den der betynges. Jo nærmere derimod at Tyngden rykkes ud imod Enderne, en desto større Byrde kan den bære, fordi Forholden af $\frac{1}{4}aa$ imod $ax - xx$ bliver da alt større og større, og endelig overmaade stor, naar x bliver overmaade liden, da Forholden bliver den af $\frac{1}{4}a : x$.

§. 318.

Adskillige nyttige Anmerkninger af det foregaaende.

Vi maa her ikke forbigaae et Øieblik at opholde os ved en Deel meget simple, og dog meget nyttige Anmerkninger, som flyde af det foregaaende.

1) At

1) At jo længere Bielker, eller Cylindrer, ere af samme Høide og Bredde, desto mindre Last kunde de besværes med, fordi de Tyngder, hvilke de da kunde bære, ere i forkeert Forhold af deres Længder.

2) At en og den samme Bielke kan bære ulige meer, naar den legges efter den høie Kant, saa den bliver Høide, end naar den Lave vender op efter. Fordi Materiernes Styrke (alt for Resten lige) ere som Quadraterne af Høiden.

3) At saa tidt, som en Bielke legges (Taf. XV. Fig. 8.) først efter Siden *ab*, siden hen til at bære efter Kanten *ac*. Da ere i disse toe Tilfælde dens adskillige Kræfter til at bære, som *ab* til *ac*; thi de ere som $ab^2 . ac : ac^2 . ab = ab : ac$.

4) At man meget let kan bestemme, hvad Punkt D det er i en Bielke eller Tømmer-Stok, som net op kan bære en given Tyngde T, naar tillige den største Tyngde G er given, hvilken den kan bære i sit Midte C. Thi $\frac{1}{4}a^2 : ax - xx = T : G$, §. 317. saa $\frac{\frac{1}{4}a^2 G}{T} = ax - xx$. Hvoraf faaes den søgte Distance $x = \frac{1}{2}a \pm \sqrt{\frac{1}{4}aa - (a^2 G) : 4T}$.

5) Videre kan man uden Møie, naar to af de tre Dimensioner ere givne i en Bielke, som skal bære en given Byrde G, finde den tredie. Thi dertil behøves alene, at man sætter, i Følge §. 310, $\frac{P.l.B.H^2}{L.b.b^2} = G$, og handler siden den af Dimensionerne, der søges, som ubekiendt; for Ex. om det er Høiden, da faaes $H^2 = (b^2 . G . L . b) : (P . l . B)$

og $H = \pm b\sqrt{(G.L.\ b) : (P.\ l.\ B)}$. Og saa videre i de andre Tilfælde.

§. 319.

Af en given cylindrisk Stamme at kunde skiere den stærkeste Bielke ud.

* Af det hidtil sagte forstaaes let, at adskillige Forhold af Høide til Bredde giøre Bielkerne snart stærkere, snart svagere; thi Styrken voxer efter Quadraten af Høiden, og efter den simple Forhold af Bredden. Følgelig kunde Bielker af mindre Quadrat-Indhold i Snittet, naar de legges til at bære efter den høie Kant, bære meer end andre af større Quadrat-Indhold, skiønt de ligeledes bære efter den høie Kant. Saa det i at bære ei alene kommer an paa Bielkens absolute Førelse, hvor tyk og stor den er, men i sær paa Maaden, hvorpaa den er bleven skaaret, og Længden er blevet proportionert imod Bredden. Følgelig er det et Spørsmaal, som er nyttigt, da Bielkerne skieres ud af cylindriske Træer; hvorledes man (Taf. XV. Fig. 9.) af en Cylinder af given Cirkulær-Grundflade BCG kan skiere den stærkeste Bielke ABCG ud. Dette beviser man (*) skeer, naar Høiden BC bliver udi Forhold til Bredden AB, som $\sqrt{2}$

(*) Beviset heraf sees strax. Thi ansees den halve Bredde af Bielken aB, som Semiordinaten i Cirklen, den halve Høide af $BC = aH$, som Abscissen fra Centret, og $aH = x$, $aB = y$, men Halv-Diametren af Cirklen $AH = r$, da bliver $y = \sqrt{rr - xx}$ og $xxy = xx\sqrt{rr - xx}$, som er Styrken af Bielken, bliver størst, naar $4xdx.(rr - xx) - 2x^3dx = 0$, eller $x = r.\sqrt{\frac{2}{3}}$, og $y = r\sqrt{\frac{1}{3}}$, saa $x : y = \sqrt{2} : 1 = 141 : 100$, hvilket er noget nesten som $70 : 10$, eller $7 : 5$, efter det forhen sagte.

$\sqrt{2} : 1$, eller noget nesten som $7 : 5$. Følgelig kommer alt an paa i en given Cirkel ABCG at kunde indskrive et Parallelogram, hvis Høide BC er til Bredden $AB = 7 : 5$.

Men dette sidste er intet mindre end vanskeligt; Man behøver alene at trekke de to Linier DE : EF perpendikulær paa hverandre uden for Cirklen saaledes, at deres Forhold er $7 : 5$, eller $\sqrt{2} : 1$, og derpaa igiennem de tre Punkter D, E og F at trekke en Cirkel, fra hvis Center H Cirklen af Cylindren ligeledes trekkes og i den AB parallel DE, da BC og bliver parallel EF, og DE : EF = AB : BC.

§. 320.

Endnu maa meget vel agtes, at det nylig forklarte Tilfælde, da Tommer-Stokkene vel ligge fast an med Enderne, men dog løse, er, efter hvad Erfaring viser, meget adskillig fra det, da de ligge ei alene understøttede med Enderne, men disse sidste ere desuden saaledes, som Bielkerne i Bygningerne, saa stærk fæstede i de Huller, der fatte dem, at de ei kunde vige. Thi man haver fundet ved de derover giorte Forsøg, at Bielkers Styrke er i det sidste Tilfælde 2, 3, 4 til 5 gange større, end i det første (*), saa man altid med Mariotte vist kan regne paa, at Styrken er dobbelt større, naar Enderne ligge fast indsluttede, end naar de ligge frie (**). Erfaring viser og, at i de fleste Træe-

Anmerkning, angaaende Styrken af Bielker, hvis Ender ere meget stærk indmurede.

(*) See Muskenbroek anførte Sted.

(**) Dette negtes dog af Hr. Buffon *Memoires de l'Academie des Sciences* 1740. i Henseende til Bielkers Styrke, saaledes, som de sædvanlig leg-

Træe-Sorter retter Styrken sig i dette Tilfælde mindre efter Høidens Quadrat i Bredden, end i de foranførte.

§. 321.

Ligeledes angaaende de Tyngder, som

Staaer derimod Tømmer-Stokkene lodrette paa Horizonten, eller i vertikal Stilning, og belæsses oven til; da veed

ges ind i Bygningerne, fordi Modstanden, som Enderne lide, der ikke er stærk nok til at forhindre, at de jo give sig op ad, saa man derfor, efter Hr. Buffon, ikke kan regne meer paa de saaledes med Enderne indfattede Bielker, end paa de, der ligge løse med Enderne. Da de Buffonske Forsøg ere af det Slags, som man kan kalde Forsøg i Stort, ere de temmelig betydelige, men langt fra ikke endnu tilstrekkelige nok til at fastsætte visse Regler for Træernes Brekning. Herr Buffon mener at kunde slutte af sine Forsøg, at Træer saavel af samme, som af adskillig Art, men af adskillig Tyngde, og for Resten af samme Tykkelse og Længde, skulde holde sammen med Kræfter, hvilke vare proportionerte deres specifike Tyngde. Denne Regel var høist betydelig, om den var nok beviist. Men i alle disse Hensende er endnu umegtelig meget at giøre, førend at fuldkomne nøie og rigtige Regler kunde ved deslige Forsøg blive fastsatte; allermest, da efter Herr Buffons Anmerkninger Tiden tillige bør tages i Betragtning, fordi en meget mindre Tyngde i en længere Tid brekker ligesaa vel en Bielke, som en større i en kortere. Hr. Buffon haver iagttaget, at af 3 ligedanne Bielker 18 Fod lang og 7 Tomme tykke, brak den ene ved en Byrde af 9000 Pund strax, den anden ved en Byrde af 6000 Pund i 5 Maaneder og 26 Dage, den tredie under en ligesaadan Byrde først i 6 Maaneder og 17 Dage. Hvoraf i det mindste saa meget sees, at i Bygninger, som for en anseelig Tid skulde vare ved, maa man langt fra ikke belæsse Tømmeret med den Byrde, hvorunder det brekker, men man giør endog altid vel i, ei at belæsse det uden med det Halve af den. I *Memoires de l'Academie*

des

veed man endnu i vor Tid ingen Theorie, som duer til at forklare af tilstrekkelige Aarsager de Love, hvorefter Byrder af dem skulle kunne boies. Thi ved den paalagte Tyngdes Trykning vige de faste Dele ind i de smaa Aabninger, eller Porer, med hvilke alle faste Ting ere, saa at sige, opfyldte. Saa, da vi hverken kiende de mindste Dele i Tingene deres Stilning imod hverandre indbyrdes, eller imod disse Aabninger, ei heller de absolute Kræfter, hvormed de mindste Dele henge sammen, saa synes det at være forgieves, desangaaende at ville optænke Hypotheser. De faa Forsog, som til denne Sags Oplysning ere blevne giorte, synes at vise,

kunne brekke vertikale Legemer.

a) At, naar Træer ere lige tykke, men af adskillig Længde, og perpendikulær paa Horizonten, da ere de dem

des Sciences anf. Sted finder man Tafler over Ege-Træers adskillige Styrke, som Mr. Buffon haver trokket af sine Forsøg, hvorved han i sær vil bevise, at de brekkende Kræfter ikke ere i Forhold af Længderne. Men da de Buffonske Forsøg ikke synes at være nok udarbeidede til at slutte af dem paa almindelige Regler, og Forskiellen imellem hans og de forhen forklarte Udregninger ikke er meget anseelig, saa kan man heller ikke rose sig af, at de giøre denne i sig dunkle Therie meget klarere, i sær da de anførte Forsøg ei ere giorte med mange adskillige Slags Træer, saa de Galilæiske Regler, hvilke vi i det foregaaende have forklaret, endnu synes at være de sikreste. I øvrigt kan og angaaende Træers Styrke eftersiaaes *Memoires de l'Acad. des Sciences* 1707. *Experiences sur le Chene & Sapin par Mr. Parent.* Man finder andre Stykker desangaaende af samme Skribent i disse *Memoires* for Aarene 1702, 1708 og 1710, saavelsom en af Mr. Varignon i *Memoires* for Aar 1702, see og Belidor *Science des Ingenieurs.* Liv. IV. Chap. 2. 3.

brekkende vertikale Tyngder noget nesten som Quadraterne af Længderne forkeert tagne.

b) Alle deslige vertikale Træer krumme sig paa en af Siderne, efter Bredden regnede, for de brekke. Saafremt da at de ere af samme Længde, synes de giorte Forsog atter igien at vise, at de brekkende Kræfter, eller de storste vertikale Tyngder, som de kunne bære, ere i sammensat Forhold af den Side, som ikke boier sig, og af dens Quadrat, som boier sig.

Men alt dette er ikke uden en simpel Slutning af faa Erfaringer, og af Erfaringer giorte i Smaat, man maatte onske sig flere og udforte i Stort.

§. 322.

En Maade vises, hvor paa Forholden kan findes imellem det, de inklinerte og horizontale Bielker have at udstaae af den samme Byrde; forudsat, at Delene af den skraa Bielke ei boie sig under Tyngden.

Vilde man af det, som forhen er blevet forklart om Træers Styrke, naar de laae i Horizontal-Stilning, slutte sig til, hvad de kunde bære, lagte i Vertikal-Stilning, da blev Maaden denne. Man maatte antage den i Horizontal-Stilning brekkende Tyngde P som bekiendt, og derpaa forestille sig Bielken AB, som fast anlagt med begge Ender A og B, men skiev paa Horizonten. Den vertikale Byrde P maatte derpaa oploses i to andre; i CF perpendikulær paa Bielken, og i FD parallel Længden af Bielken. Saa at om den blev forestillet ved CD, CF da blev den Deel af Kraften, som sogte at brekke AB, og FD derimod den, som trykte Enden A fast imod Horizonten. Er Cg Horizontalen, da er ○ = ○, og saaledes DCF Bielkens Inklinations-

nations-Vinkel. Men CD : CE = den hele Sinus til Cosinus af Inklinations-Vinklen. Saa om Sinus totus = 1, bliver den under skraae Stilning brekkende Tyngde = P. Cos. o. Den derimod, som trykker Enden af Bielken ned imod sit Underlag efter CA eller FD = P. Sin. o.

§. 323.

Deraf sees, at i skraae Stilning kan en Bielke altid bære ulige meer, end i horizontal, saa at den i denne sidste er svagest. Jo større Inklinations-Vinklen o er, desto mindre bliver Cos. o, desto meer bor den derfor kunde bære, og jo mindre Vinklen o er, desto mindre. Saafremt da at BA blev plat vertikal, burde aldeles ikke nogen Kraft, som bestod i en saaledes i Midten paalagt Tyngde kunde boie eller brekke Bielken hen efter Siderne, thi da blev Cos. o = o. Dersom derfor de mindste Dele indvendig i Bielken ikke kunde vige ud eller trykkes sammen, maatte den kunde bære en uendelig Byrde. Men siden Erfaring viser, at Tommeret desuagtet krummer sig, kunne vi paa denne Maade ikke slutte paa, hvad en Vertikal-Bielke kan bære, saa længe vi ei kiende de mindste Deles indvortes Stilning.

Skraae Støtter bære altid meer, end horizontale Bielker, som alene ere understøttede med begge Ender.

§. 324.

* Da de Udregninger, som ere giorte efter den forhen §. 310 givne Regel, treffe ikke saa neie ind med de giorte Forsøg, som man ønskede, saa haver man tænkt paa andre, for neiere at forklare

Andre Hypotheser om Legemernes Brekнings-Maade

anføres, men som synes endnu mindre at svare til Naturen, end de forrige.

klare Naturens Maade at handle paa i disse Virkninger. Man haver for Ex. meent (*), naar en Horizontal-Bielke (Taf. XIV. Fig. 17. og Taf. XV. Fig. 11.) brak i db, under den Vinkel bde, at da alle Delene i db under Brekningen ikke brak alle med et, men at nogle af dem bleve stærkere spendte, end andre, og at maaskee dette skede langs hen efter bd, i Proportion af Linierne be og lf saaledes, at ebd bestandig under Brekningen blev et Triangel. Saafremt Brekningen skeer paa denne Maade, er der ingen Tvivl paa, at jo Styrken efter Heiden blev som dennes Kubus, som bd^3, og ikke som bd^2, saaledes, som Galilæus, og fast alle efter ham, have antaget den (**). Men dette er ikke uden et maaskee eller en simpel Hypothese. Træet i at brekke kan i Steden for den rette Linie db eller ed formere sin Boining efter utallige Liniers Krumning. Overalt svarer denne Hypothese mindre til de giorte Forseg, end den forrige, der antog Modstanden som proportionert Quadraten af Distancen.

§. 325.

* Deraf sees, at man kan optænke utallige Hypotheser, alle lige usikre, fordi Erfarenhed alene kan lære os, hvad krum Linie et Træe først boier sig i, for siden at brekke, og denne Linie vil neppe findes

(*) Leibnitz *Acta Lipsienf.* 1684 Menfe Julio *Demonstrat. novæ de resistentia Solidorum.*

(**) Kaldes dl, x, da, naar bde er et Triangel, er lf proportionert x, og den elementære Modstand af Elementet $glfi = xdx$, men Momentet af denne Modstand er $= x^2dx$. Følgelig bliver den hele Modstand i alle Elementerne $= x^3$, eller proportionert Integralen af x^2dx.

findes bestandig, fordi deslige elastiske Linier kunde være utallige. Desuagtet er endnu en anden Hypothese, skiønt den er lidet ansendelig i Brugen, nogen Eftertanke værd. Den nemlig (*), at, i det Træer og andre elastiske Materier brekkes, sammentrykkes de nederste Dele i Trianglet *abc*, imidlertid at de øverste immer spendes og trekkes videre ud. Man kan af dette, som af et nyt Princip, atter igien formere utallige adskillige Hypotheser, uden endnu at være meer forvisset, end før, om den rette.

§. 326.

Korte Anmerkninger angaaende Strikkernes Styrke.

Theorien af Strikkernes Styrke ere ulige ufuldkommere, end den nylig forklarte. Da Tingenes absolute sammenhengende Kræfter ere som Grund-Fladerne, og disse i Strikkerne ere Cirkler, saa burde deres absolute sammenhengende Kræfter forholde sig som Quadraterne af Diametrerne; om nemlig alle Traadene, hvoraf de ere sammensnoede, vare i sig lige stærke, og bar Byrden paa samme Maade. Men ingen af disse to sidste Dele haver Sted i Strikkerne, saa det ikke er at undre, at jo tykkere de ere, desto meer gaae deres Kræfter af fra den Lov, som Quadraten af Distancen, og findes virkelig, i Henseende til den, i meget mindre Forhold. Thi man seer let, at i vundne Traade ligger Traadens Direktion, som holder imod, skiev imod Kraften, eller

(*) *Histoire de l'Acad. des Sciences* Année 1705. *Veritable Hypothese* par Bernouilli, *sur la Resistance des Solides.*

eller Tyngden, der efter Touets Axel søger at brekke den. Saa at derfor en saadan Kraft, som i skiev Direktion holder imod, altid maa, for at giøre samme Virkning, være større end en anden Kraft, der simpel hen holdt imod efter den trykkende Tyngdes Direktion. Man veed derfor tilforladelig, i Følge sikre Forsøg (*).

1) At to eller flere lige stærke Traader, twundne i Spiral om hverandre, ikke kunde bære saa stor en Byrde, som lige saa mange, lige saa stærke, der simpel hen henge jevnsides, og bære tillige med hverandre.

2) At jo stærkere Traaderne ere twundne, desto lettere brekke Strikker af lige Tykkelse, fordi, jo stærkere de ere twundne, under en desto skievere Direktion holde de imod. Det er, en desto større og aabnere Vinkel giøre de med Direktionen af den Kraft, som virker efter Axlen af Touet og søger at brekke det.

3) Saa deraf følger, at de beste Strikker ere de, som ere mindst twundne, imidlertid at alle deres Dele desuagtet dog henge lige fast (**) i hverandre.

Tillæg.

(*) *Hiſtoire de l'Academie des Sciences* Année 1711. *Experiences* par Mr. Reaumur.

(**) Man kan her videre efterslaae Svenske Videnskabernes Akademiets Afhandlingers første Quartal. Wallerii og Polhems Anmerkninger over Træets Styrke; og Muskenbroek anførte Sted.

Tillæg.

Om de Statiske krumme Linier.

§. 1.

Naar en Linie eller et Plan, begge betragtet som beielige i alle deres Punkter, trykkes af adskillige Kræfter, saaledes, at de samtlig over den hele Linie, eller over det givne Plan, staae udi Ligevegt sammen; Da kaldes de Krumninger, som Linierne eller Planerne trykte af disse Kræfter antage, Statiske krumme Linier. Da disse Linier ingen synderlig Nytte have udi Brugen, ville vi alene give Læseren af dem kortelig det fornemmeste Begreb. Hvad man forstaaer ved Statiske krumme Linier.

§. 2.

Til disse Linier henregnes Kiede-Linierne eller de krumme Figurer, som en Kiede, et Tou, eller en Snor antage simpel hen formedelst deres Tyngde, naar de henges op i begge Ender, og for Resten frie. Er (Taf. XV. Fig. 12.) *abc* en saadan Linie, som holdes af to Kræfter udi *a* og *c*; da sees strax 1) at disse Kræfter holde begge Kiedens Tyngde, efter Direktionerne af Tangenterne *a*G og *c*G. Derfor 2) om F forestiller Tyngden af *abc*, hvis Direktion er vertikal efter G*b*, da bliver Kraften i *a* til den i *c* som Sinus af *b*G*c*, til Sinus af *b*G*a*, og Kraften i F til den efter G*c* som Sinus *a*G*c* til Sinus *b*G*a*, §. 68. 69. Mekan. Forel. Og endelig 3) da alt antages hele Linien *abc* over at staae Til dem henhøre Kiede-Linierne.

udi Ligevegt sammen; bliver et hvert Punkt i Linien *ca* spendt af adskillige Kræfter, af hvilke, om de øvere med samt Kieden oven til, for Ex. oven for *r*, blevne tagne bort, maatte i *b* holdes ligesaa stærk imod Tyngden af *bc* siden som før, Kraften i *b* blev derfor efter den horizontale Tangent *bd* dog endnu den samme; thi Ligevegten imellem Punkterne blev derved ikke forandret udi *b* og *c*. Hvorfor og den Kraft, som holder Kieden udi *b*, eller hindrer dens horizontale Bevægelse, der skulde foraarsages af Kraften *c*, kan ansees som bestandig.

§. 3.

Er da (Taf. XV. Fig. 13.) *ab* den krumme Linie selv, *eb* dens Axel, *be* dens Abscisse $= x$, *ae* og *cf* dens Ordinater $= y$, $ad = dy$, $dc = dx$, og Tyngden af $ab = T$, men den bestandige Kraft, som trekker efter Horizontalen *bg* udi $b = K$; da bliver §. 2, om *gl* er vertikal; Sin. *cgh* : Sin. *cgl* $= T : K = lg : cl = dx : dy$. Saa man faaer i Almindelighed for Kiede-Linierne denne Ligned $K dx = T dy$. Da tillige Delene af Linien ansees, som om de ei lode sig rekke, eller de øvere ei lode sig trekke ud efter Længden af de paa dem neden fra virkende Kræfter.

Dette forudsat, kommer det i et hvert enkelt Tilfælde alene an paa at bestemme Størrelsen T, hvortil behøves, at den Lov bekiendtgiøres, hvorefter samtlig Delenes Tyngde i adskillige Punkter, som *r*, bestemmes hele Længden af Strikken igiennem; da man seer, at, eftersom denne sidste sættes at være anderledes, og igien anderledes til, kunne utallige Hypotheser optænkes, hvilke, hver for sig, give et dem egentligt Slags af Kiede-Linier.

§. 4.

§. 4.

Saaledes, om man antager, at Kieden eller Snoren er overalt i alle sine Dele lige tung, da bliver T proportionert *s*, og man faaer $Kdx = sdy$. Og naar Differentialet deraf tages til *dy* sat som bestandig, bliver $ds = Kddx : dy$, eller $\sqrt{dx^2 + dy^2} = Kddx : dy$, og $\int dxdy = \int \frac{Kdxddx}{\sqrt{dx^2 + dy^2}}$. Hvoraf Integralet er $xdy = K\sqrt{dx^2 + dy^2}$, saa man endelig faaer $dy = Kdx : \sqrt{xx - KK}$. Forandrer man i denne Ligned Begyndelsen af Abscisserne ved at sætte $z = x - K$, saa faaer man derved $dy = Kdz : \sqrt{z^2 + 2Kz}$. Hvoraf man strax seer, at y lader sig construere ved Hyperbolen. Thi $\sqrt{z^2 + 2Kz}$ er Halv-Ordinaten af den ligesidede Hyperbol, hvis Axel er 2K, og i hvilken Begyndelsen til Abscisserne paa Axlen ligger i Spidsen af Hyperbolen.

Kiede-Linien bestemmes i den Hypothese, at alle Delene af Snoren ere lige tunge, og lade sig ei rekke.

§. 5.

Antager man Kiede-Linien AB endnu som den, hvis Dele ikke rekke sig ud og blive længere, men deri foranderlig fra nest foregaaende, at de ei som før overalt blive lige tunge, men af foranderlig Tyngde efter en vis Forhold, som kan tilkiendegives (Taf. XV. Fig. 14.) ved Ordinaterne EF af den krumme Linie CD, som er construert over CB, med hvilken Ordinaterne af den krumme Linie *gh* og *kl* ere parallele, som svare til Abscisserne A*g* og A*k*. Følgelig bliver $T = \int vdy$, og Ligheden §. 3 forandres til denne anden $Kdx = dy\int vdy$, om Ordinaten $EF = v$. Hvoraf utallige Linier kunde findes.

Det samme i andre Hypotheser.

1) Er for Ex. DC en ret Linie parallel CB, da bliver y en bestandig Størrelse $= a$ og $Kdx = aydy$, eller $\frac{2K}{a}x = y^2$. Sættes $\frac{2K}{a} = p$, faaes $px = y^2$. Hvoraf strax sees, at Kiede-Linien blev i dette Tilfælde en Parabol.

2) Var Linien CD en inklineret ret Linie, da blev, fordi $CF = y$, $FE = ny$, naar n betyder et bestandigt Tal, og $Kdx = dy\int nydy$, eller $Kx = ny^3 : 6$. Hvilket er Ligheden til den første kubiske Parabol.

3) Er CED en Parabol, hvis Parameter er p, og $EF = v$, da bliver $v = \sqrt{py}$, og $\int vdy = \int dy.\sqrt{py} = \frac{2}{3}\sqrt{p}.y^{\frac{3}{2}}$, saa at derfor $Kdx = \frac{2}{3}\sqrt{p}.y^{\frac{1}{2}}dy$ og $Kx = \frac{4}{15}\sqrt{p}y^{\frac{5}{2}}$, eller $K^2x^2 = \frac{16}{(15)^2}p.y^5$. Saa at Kiede-Linierne henhører da iblant Paraboloiderne af femte Orden.

§. 6.

Endnu i andre.

Endskiønt vi i §. 5. No. 1. antoge Pressionen udi alle Punkterne af den krumme Linie som bestandig, blev dog Ligheden der ikke den samme, som forhen i §. 4. Af Aarsag, at vi i denne antoge Tyngden, som bestandig i alle Punkterne af Linien eller Kieden, naar den laae udstrakt i ret Linie, i §. 5; derimod antoge vi det samme i alle Liniens Elementer, naar den allerede var formert. Vil man afhandle det første Tilfælde §. 4. endnu paa en almindeligere Maade, da behøves dertil intet andet, end at sætte i Formulen §. 5. $\int V ds$, i Steden for $\int vdy$, thi man seer let, at Summen her retter

retter sig efter Kiede-Liniens Længde, og ikke efter dens Halv-Ordinate.

Sætter man i dette Tilfælde V bestandig og $= 1$, da faaes som i §. 4 $Kdx = sdy$, og man kan efter Behag finde utallige flere Linier, efter de adskillige Hypotheser, som her kunde gjøres.

§. 7.

Lader en overalt lige tyk Snor sig strekke ud af Kræfterne, da beroer den krumme Linie paa den Hypothese, som man vil gjøre for Kræfternes Virkning. Af deslige Hypotheser kan en Mængde gjøres, da man i Almindelighed kan regne herhid alle de elastiske krumme Linier (*). Vi ville her alene betiene os af den simpleste iblant dem alle, da man antager Liniens Udstrekning at voxe i Forhold af de Kræfter, som rekke den, og det alene for at vise Maaden, hvorpaa Differential-Ligheden kan findes.

Kiede-Linien bestemmes i der Tilfælde, da den er overalt lige tyk, og Delene lade sig strekke ud i Forhold af Kræfterne.

Til den Ende kan agtes, at naar Snoren (Taf. XV. Fig. 15.) ved sin Tyngde antager den Krumning bCA saaledes, at AB er en horizontal Tangent, blive Pressionerne af Tyngden over den hele Linie bA (som her foreſtiller Midten af Snoren) meget ulige. Thi

(*) Theorien af disse Linier er begyndt af den berømte Jacob Bernoulli, see hans *Opera* Tom. I. No. 58. Eller og *Acta Lipsienſ.* 1694. Menſ. Jun. Men Hr. Daniel Bernoulli haver ulige fuldkommere afhandlet denne Materie i *Act. Petropol.* Og siden Leonh. Euler i hans *Problemate Iſoperimetrico*. Da de elastiske krumme Liniers Theorie beroer paa de subtileste Applikationer af de isoperimetriske Methoder, udelade vi dem her. Deels, fordi vi ellers tilligemed maatte forklare disse Methoder, hvilket blev vidtløftigt. Deels og, fordi Nytten af de elastiske krumme Linier er endnu ikke betydelig i Brugen.

i A holder alene en saa stor Kraft imod, som den, der udfordres til at hindre den horizontale Bevægelse; men om denne Kraft kaldes K, da bliver den, som strekker Linien i et hvert andet Punkt, som p eller $C = Kds : dy$ §. 2, og følgelig større. Tyngdens Virkning er saaledes adskillig i adskillige Punkter, og forvolder, at Halv-Diametrerne af Tykkelsen rp og Aq blive overalt ulige. For derfor at have en Unitet, hvoraf man kan demme disse adskillige Virkninger af Tyngden, maa man vide, hvad en vis given Kraft rekker en Snor af en vis given Længde. For desto større Bequemheds Skyld kan man antage, at en Kraft K foraarsager en Rekning efter Længden, som α i sit Element; saa bliver den, der foraarsages paa et lige saadant Element efter Længden af den Kraft $Kds : dy = \frac{\alpha ds}{dy}$. Men da den udstrakte Snors Længde er proportionert Kraften K, eller Elementets Tyngde, i Følge Hypothesen; saa bliver dets hele udstrakte Længde $K + \frac{\alpha ds}{dy} = \frac{Kdy + \alpha ds}{dy}$. Divideres Elementets hele Indhold med denne Længde, faaes Grund-Fladen udi c eller p til den Diameter $pr = \frac{Kdy}{Kdy + \alpha ds}$, og Elementet af den udstrakte Linie bliver $= \frac{Kdyds}{Kdy + \alpha ds}$.

Men dette Element er og proportionert Elementet af den hele Snors Tyngde, eller Elementet af Indholden. Da derfor denne Tyngde er §. 3. $Kdx : dy$, saa bliver Differentialen af $\frac{Kdx}{dy} = \frac{Kdyds.}{Kdy + \alpha ds}$. Men dette Differential er, om dy ansees som bestandig, $Kddx : dy$, saa man faaer denne Differential-Ligned for Kiede-Linien $Kddx\,(.\,Kddy + \alpha ds) = Kdy^2 ds$; i hvilken, naar for ds sættes $\sqrt{dx^2}$

$\sqrt{dx^2+dy^2}$, forandres den derved til denne anden $Kdyddx : \sqrt{dx^2+dy^2} + adddx = dy^2$, eller, hvilket er det samme; $Kdxddxdy : \sqrt{dx^2+dy^2} + adxddx = dxdy^2$, som man strax seer, er simpel hen integrabel, fordi dy er bestandig, og $2dxddx$ er Differentialet af dx^2; saa man faaer $Kdy\sqrt{dx^2+dy^2} = 2xdy^2 - adx^2$, i hvilken Ligned, naar Radikal-Tegnet udryddes, Leddene sættes behørig om, og endelig dy søges, faaes

$$dy = \frac{dx\sqrt{KK+ax+K\sqrt{KK+2aK+aa}}}{\sqrt{2xx-2KK}}.$$

Denne Linie kan derfor construeres i den sædvanlige Hypothese, at Quadraturerne ere givne.

§. 8.

Krummingen bestemmes af et Seil, som puster op af Vinden, og det i en dobbelt Hypothese.

Med Kiede-Linierne have de hydrostatiske Linier en naturlig Sammenheng, hvilke foraarsages af en flydende Materies Trykning paa Flader eller Linier, der ere fuldkommen bøielige, som et Seil for Ex. Vi ville antage den Linie, der trykkes, som at være uden Tyngde. I dette Tilfælde betragter man her sædvanlig den Figur, som et Seil antager, naar Vinden falder i det, og det i en dobbelt Hypothese. 1) Naar Luftens Dele ei springe tilbage, men yttre deres hele muelige Virkning paa Seilet. 2) Naar de springe tilbage, og ikke uden tildeels trykke Seilet. I begge Tilfælde seer man strax, at for saa vidt det Flydende virker, virker det perpendikulær paa Krummingen.

Hvoraf det første Tilfælde saaledes strax opløses.

Er den krumme Linie, som søges, AB, (Taf. XV. Fig. 16.) hvilken følgelig forestiller det vertikale Igiennemsnit igiennem

Seilet; da er Pressionen af Luften, i Følge Hypothesen, over Elementet oc, proportionert oc, men denne Trykning er perpendikulær paa Elementet; saafremt da at ce er en Perpendikel paa den krumme Linie udi c, og ce forestiller hele Pressionen, bliver ce proportionert ds. Opløses ce i de to Kræfter, den horizontale dc, og den vertikale cf, men alle Benævninger i Henseende til x og y, dx og dy, gjøres i den krumme Linie som før; da fordi Vinklen $ocn = dce$, (thi ocd er i begge komplementet til 90°) blive Trianglerne onc, og dce ligedanne, saa cd er proportionert dx, og cf er proportionert dy. Saaledes gjøre alle de vertikale Pressioner en Størrelse ud proportionert y, og alle de horizontale en Størrelse proportionert x.

Den Kraft i B er en bestandig Størrelse af samme Aarsag, som før §. 2. Den nemlig, som trekker efter den horizontale Tangent CB. Saaledes maa den holde Ligevegt med den hele horizontale Trykning over AB. Følgelig maa den ei alene, som før i Kiede-Linien, være saa stor som den horizontale Pression, der kommer af Kraftens skieve Trykning udi c efter Tangenten cC, men desuden saa stor som Summen af alle de horizontale Kræfter, hvilke foraarsages af det Flydendes Pression. Denne sidste er efter det nylig sagte $= x$. Den første bestemmes, som før, deraf, at hvad vi i §. 3 have kaldet T, er her y, saa man faaer K eller Kraften i B, for saa vidt den staaer i Ligevegt med den horizontale Trykning, som foraarsages af Kraften i c, eller $K = y dy : dx$. Saaledes bliver den hele horizontale Kraft efter $CB = y dy : dx + x$. Fordi denne Kraft tilligemed er bestandig, vil man da atter igien kalde den K, bliver $K dx = y dy + x dx$, eller $2Kx = y^2$

$= y^2 + x^2$, hvilket er den simple Ligheds til en Cirkel, hvis Diameter er 2K.

§. 9.

For at gaae videre fort til det andet Tilfælde, da Delene af det Flydende, der trykker paa Seilet, springe tilbage, uden at yttre deres fulde Virkning paa det, maa agtes, at man her ikke kan stort andet, end gaae fort ved Hypotheser, siden det er vanskeligt at sige, hvor vidt Partiklerne i at springe tilbage hindres af andre. Imidlertid kan man antage, at den hele absolute Trykning er proportionert Halv-Ordinaten AD, fordi ikke flere Dele synes paa engang at kunde falde ind udi Seilet, og saaledes bliver den hele absolute Trykning paa enhver af den krumme Linies Elementer som oc proportionert dy. Foreſtiller da dy den hele Kraft af disse Partikler over Elementet oc, saa bliver den Deel af den, der yttrer sig efter Perpendiklen ce, som Sinus af Anstøds-Vinklen §. 323. Mek. For. Saa at derfor $ds : dy = dy : dy^2 : ds$, hvilket er Værdien af den perpendikulære Kraft efter ce. Opløses den da, som i §. 8, atter igien i en vertikal, og i en anden horizontal, bliver den vertikale til den hele perpendikulære som $dy : ds$, og derfor igien $ds : dy = (dy^2 : ds) : dy^3 : ds^2$. Saa at derfor $\int \frac{dy^3}{ds^2}$ er den hele vertikale Kraft hele Linien AB igiennem. Ligeledes findes den hele horizontale, thi $ds : dx = dy^2 : ds$ til denne sidste $= dxdy^2 : ds^2$, saa at derfor Summen af alle de horizontale tillige tagne beløber $\int (dxdy^2 : ds^2)$.

Efter at disse Kræfter ere blevne bekiendtgiorte, er Oplosningen i alt øvrigt som i §. 8. Thi Kraften i B maa være saa stor som Summen af alle de horizontale, og derfor $= \int (dxdy^2 : ds^2)$, den maa desuden være saa stor, som den horizontale Kraft, der foraarsages af den skieve Trekning efter cC. Da derfor hvad vi have kaldt T i §. 3, er her $\int dy^3 : ds^2$, bliver den horizontale Kraft i B, som deraf kommer, $\frac{dy \int (dy^3 : ds^2)}{dx}$, og følgelig den hele Kraft i B, eller $K = \frac{dy}{dx} \int (dy^3 : ds^2) + \int \overline{(dxdy^2) : ds^2}$.

Differentierer man denne Ligned saaledes, at ds behandles under Differentionen som bestandig, da fordi $ds^2 = dx^2 + dy^2$, og $-dxddx = dyddy$, forandres den til $dxddy - dyddx \int dy^3 + dxdy^2 ds^2 = 0$, og denne igien til $\frac{ddx}{dx} = \frac{dy^3}{\int dy^3}$, hvoraf Integralen er Log. dx = Log. $\int dy^3$ + L. C (C er en bestandig Størrelse) og $dx = C \int dy^3$, hvoraf endelig faaes $ddx = Cdy^3$, og om C sættes $= \frac{1}{ads}$, for at giøre Størrelserne paa begge Sider ligedanne, hvilket altid kan skee, fordi ds er efter det forhen antagne en bestandig Størrelse; saa bliver derved Ligheden for den søgte krumme Linie denne, $adsddx = dy^3$. For at formindske Høiden af dy, som er dy^3, kan man sætte i Steden for ddx dens Værdie $-dyddy : \sqrt{ds^2 - dy^2}$, hvorved man faaer denne Ligned $ds = -ads^2 ddy : dy^2 \sqrt{ds^2 - dy^2}$, (naar nemlig begge Leddene multipliceres med ds) eller og

$$ds = \frac{-addy(dx^2 + dy^2)}{dy^2 \sqrt{ds^2 - dy^2}} = \frac{-ady^2 ddy - addy \cdot \sqrt{ds^2 - dy^2}}{dy^2 \sqrt{ds^2 - dy^2}},$$

hvoraf

hvoraf Integralet er $s = \frac{a}{dy}\sqrt{ds^2 - dy^2} = \frac{adx}{dy}$, hvilken Ligheð er den selvsamme, som den, vi have fundet for Kiede-Linien forhen §. 4.

§. 10.

Saafremt man, i Steden for Vindens, vilde betragte Vandets Trykning; da blev Oplesnings-Maaden endnu den samme, som før, alene at man iagttager, at Vandets Trykning er overalt proportionert dets Høide, og den Grund-Flade, som det trykker paa. Følgelig bliver, alle Benævningerne giorte som før, og DB eller Vandets største Høide sat $= h$; Vandets hele Trykning paa et Element af den krumme Linie oc eller $ds = (h - x).\ ds$. Hvoraf den Deel, som virker efter Vertikalen, bliver, paa samme Maade, som før fundet, $= (h - x)dy$, og Summen af alle de vertikale Kræfter $= \int (h - x)\,dy$. Ligeledes bliver Summen af alle de horizontale $= \int (hdx - xdx) = \frac{2hx - x^2}{2}$. Den vertikale Kraft $\int (h - x)\,dy$, eller den i e, som holder samme, forvolder en horizontal Pression hen efter $BC = \frac{dy}{dx}\int (h - x)\,dy$; Men den hele horizontale Kraft K udi B bør være en bestandig Størrelse. Følgelig bliver $K = \frac{2hx - x^2}{2} + \frac{dy}{dx}\int (h - x)\,dy$, hvilket er Differential-Ligheden til den søgte krumme Linie. Omgaaes man med denne Ligheð som med den forrige, da forandres den derved til denne anden $hdydx - xdydx = ddx.\int (h - x)\,dy$, eller $\frac{ddx}{dx}$

$= \frac{(b-x)\,dy}{\int (b-x)\,dy}$, hvorfor og $\mathrm{Log.}\frac{ndx}{ds} = \mathrm{Log.}\int (b-x)\,dy$, naar Integralen fyldestgiøres med den bestandige Størrelse $\frac{ds}{n}$, og $\frac{ndx}{ds}$ $= \int (b-x)\,dy$, og $nddx : ds = (b-x)\,dy$. Videre, naar overalt multipliceres med dx, og for dy sættes $\sqrt{ds^2 - dx^2}$, faaes $hdx - ndx = ndxddx : ds\sqrt{ds^2 - dx^2}$, hvoraf Integralen er $2hx - xx = -2n\sqrt{ds^2 - dx^2} : ds$. Men $\sqrt{ds^2 - dx^2} = dy$. Tages da Quadraterne og Ligheden beherig behandles, faaes omsider $dy = \frac{dx.(hx - \frac{1}{2}xx)}{\sqrt{n^2 - h^2xx + hx^3 - \frac{1}{4}x^4}}$, hvoraf denne Linies Construktion (*) flyder.

Fem-

(*) Angaaende samtlig disse Construktioner kan efterslaaes Joh. Bernoulli *Lectiones Integralium* i Slutningen. *Operum* Tom. 3.

Femtende Forelæsning.

Om Delenes Rivning paa hverandre i Machinerne, eller den saa kaldte Friktion.

§. 327.

Vi have adskillige gange i det foregaaende talt om Delenes Rivning udi Machinerne, naar de bevæges over hinanden, eller om den saa kaldte Friktion. Vi ville her paa den letteste Maade, os er muelig, vise det fornemmeste, som desangaaende bor iagttages i Machinerne, endskiont vi tillige strax i Begyndelsen ville erindre; at hvad man i denne Henseende veed, er langt fra ikke ganske noie rigtigt, men at det alene meget nærmer sig til hvad der virkelig skeer i Machinerne, og kan derfor i disse sidste altid med Fordeel bruges. Skiont vi her langt fra ikke ville bygge paa en simpel Hypothese, hvad vi have at sige; er dog saa meget strax øiensynligt, at Delenes Rivning i Materier, som bevæge sig over hverandre, kommer deels deraf, at, i hvor glatte de end synes at være, ere de dog i deres Overflade ujevne, smaa Dele stikke altid frem, gribe i hverandre, og under Bevægelsen staae de ene de andre imod, saa de

Rivningens almindelige Beskaffenhed, naar de tunge Tings Dele bevæge sig over hverandre.

de deels maa brekkes, deels sammentrykkes. Om dette end aldrig var, om endog Materiernes Dele kunde bevæge sig umiddelbar en over den anden, maatte man dog desuagtet anvende en Moie, for at bringe den ene Ting fort over den anden, siden man veed, at fast alle Materier, naar de rore hinanden, umiddelbar henge sammen med anseelige Kræfter; ikke at tale om, at de i dette sidste Tilfælde og bleve sammentrykte af Luften.

§. 328.

I Almindelighed er det ellers rigtigt, at jo glattere Materierne ere, saaledes, som de sædvanlig bruges, desto mindre er Rivningen og den deraf kommende Modstand, jo ujevnere derimod at de ere, desto større bliver og Modstanden. Mestendeels er det og rigtigt, at Materier af et Slags bevæges med større Vanskelighed over hverandre, end (alt ellers lige) de af adskillig Slags. Men over den samme Materie er andre Materiers Modstand eller Friktion i lige Tilfælde meget ulige.

Saaledes veed man af de derover giorte Forsog (*), at i en Bielke, som slæbes hen efter Jorden, behoves tre Fierden-

(*) Iblant disse fortiene de af Camus anførte Sted Chap. IV. Sect. 4. korteilig at anføres. Camus lod giore smaa Slæder, som bleve stillede paa horizontale Plader af Træe, Jern, Messing, polert Messing o. s. v. Fra Slæden gik over en fiin Tridse en liden Silke-Snor, i Enden af den hengte en let Tastes Pung. I Pungen bleve lagte Tid efter anden smaa

Fierdedeel af Bielkens Tyngde saa omtrent for at slæbe den fort; da den derimod, om man legger Jern under, gaaer lettere. Sammenligner man dette med, hvad vi i det folgende skulle sige om Vognene, da vil man faae at see, at Slæder ere tunge Machiner at bevæge imod Vognene, om Tyngden i begge er lige; saa det er alene, fordi de i sig

smaa Kugler, saa længe til at endelig Slæderne bleve bevægede. Af de mindste af disse Kugler gik 20 paa en Unze; af de middelmaadige gik 20 paa et Pund; af de største 20 paa 3 Pund. Af Slæderne vare nogle forede neden under med Jern og Messing, andre ikke. Med de samme Slader bleve Forsøgene giorte saavel, naar de vare neden under ganske tørre, som naar de vare vørede, eller smurte med Olie eller og med Tælle. Mr. Camus fandt,

I. At paa de brede Slæder, alt for Resten lige, blev en Tyngde af 3 Pund ved Kugler, 20 til 3 Pd., bevægede, som følger.

No.	Kug.	Kug.	Kug.	Kug.
1) Jern paa Træe	5	Vædet 8	med Olie 5	med Talg $4\frac{1}{2}$
2) Jern paa Jern	3	3	3	$3\frac{1}{2}$
3) Jern paa Messing	$3\frac{1}{2}$	4	4	$4\frac{1}{2}$
4) Jern paa polert Messing	3	4	$3\frac{1}{2}$	4
5) Træe paa Træe	7	14	$3\frac{1}{2}$	$3\frac{1}{2}$
6) Træe over Jern	5	11	4	$4\frac{1}{2}$
7) Træe over Messing	4	6	3	$4\frac{1}{2}$
8) Træe over polert Messing	$4\frac{1}{2}$	7	$3\frac{1}{2}$	4
9) Træe over Kobber	5	8	4	$4\frac{1}{2}$
10) Træe over Sand og Grus	8	13		
11) Jern over Sand og Grus	10	9		

Det Betydeligste i disse Erfaringer er, 1) at Rivningen snart ikke er uden en Fierdendeel af den hele Tyngde, som No. 1 udi Jern over Træe; snart ikke uden en Siettedeel, som No. 2 Jern over Jern.

sig ere lettere, at de kunne bruges uden kiendelig Forskiel, i Henseende til de bevægende Kræfters Moie og Mængde. At man paa Sneen heller bruger dem end Vogne, kommer af noget Accidentelt, at nemlig Slæderne da ei skiere i, men løbe oven paa Sneen, da Vognene derimod synke, saa Hiulene maa, saa at sige, tildeels løftes.

§. 329.

Snart igien en Trediedeel, som i No. 5 Træe over Træe. Snart derimod syv Tiendedeel, som naar Træet er vaat, saa Ujevnhederne qvilde ud, og foraarsage en større Ujevnhed.

2) sees. At Jern over Jern befordrer Bevægelsen overmaade. At Friktionen af Træe over Træe er meer end to gange større, end denne anden. At Jern over Træe, eller Træe over Jern formindsker vel Friktionen i Machinerne, men langt fra ikke saa meget, som naar Jern bevæges over Jern.

3) At i Machinerne hindres Bevægelsen af Træe over Træe overmaade ved Fugtighed, i sær om Delene qville stærk ud, da Friktionen endnu maa være ulige stærkere, end i disse Forsøg. Derimod hindrer denne Fugtighed ikke, naar Jern bevæges over Jern.

4) Derimod hielper Olien i Træe over Træe meget. Det synes, at komme ud paa et, hvad heller man ved Træet bruger en tyndere eller tykkere Smørrelse. Derimod er i Jernets Smørrelse Olien mindst fordeelagtig. I de andre Metaller er den bedre end Talg.

5) Besynderligt er det, at i Bevægelsen hen over Sand simple Træe-Slæder lettere bevæges, end de, som ere neden under skoede med Jern. Men det befindes, at være tvertimod over Leer. Forholden af Træets Rivning til Jernets var der som 3 : 2.

II. Med en Tyngde paa 1 Pund fandtes samme Forhold, men naar Slæden, tillligemed Byrden, ikke veiede uden en Unze, fandtes Rivningen i de allersleste Tilfælde ulige større i Proportion, end naar Slæden var belæsset med et eller tre Pund; undtagen naar tor Træe bevægedes

§. 329.

Hvad Trædts Rivning over Træe angaaer, da viser Erfarenhed og de derover giorte Forsøg, at alt for Resten lige, Rivningen er mindre over de faste end over de løse Træer, mindre over Metal end Træe, om i begge Glatheden er den samme. Man har vel vildet mene, at over alle Metaller Rivningen er ens; men noiere og med større Flid giorte Forsøg have viist, at Rivningen er mindst over Messing og Blye, større over Kobber og Staal, og størst over Tin. Ligedanne Erfaringer have viist, at det ikke er fuldkommen sandt, at Rivningen er Tyngden proportionert, ikke heller at det kommer paa et ud, hvad heller Tingene bevæge sig over en meget liden, eller over en større Grund-Linie, med et Ord; Friktionen er saa uregelmæssig, at dersom man vil see paa en geometrisk Rigtighed, mangle fast alle Regler (*). Imidlertid hindre alle disse Vanskeligheder

Vanskeligheder, som forekomme, i at bestemme almindeliae Regler for Rivningen.

vægedes over andet tørt Træe. Hvilket i den Lærdom om Friktionen ikke er en ringe Paradoxie. Forsøgene vise og, at de smaa Slæder bevæges ulige vanskeligere, naar de blive smurte med Olie eller Talg, end naar de ere usmurte.

III. Vare Slæderne smallere, men Tyngden den samme, da blev Rivningen af Træe paa Træe større i alle Tilfælde, uden naar Træet var smurt med Talg. Men af tør Træe over alle Metaller var den ringere.

(*) Man kan deraf sikkert slutte, at ingen vis Beregning kan gisres over Friktionen, siden den forandres under saa mange adskillige Omstændigheder. Hvilket endnu meget meer følger af en stor Mængde Forsøg, som den berømte Muskenbroek haver anført i sin Physik Tom. I. Chap. IX.

der dog ikke i, at man jo kan fastsætte visse almindelige Regler for Delenes Rivning, hvilke kunne bruges i Udregningerne over Machinene, siden man da alene søger paa det nærmeste at finde, hvad Modstanden er, uden at bekymre sig om den yderste Rigtighed af Reglerne.

§. 330.

Hvorledes i Machinerne Rivningen til Deels kan forringes.

Derfor kan man af det allerede sagte trekke adskillige nyttige Anmerkninger i Henseende til Machin-Væsenet. For at formindske den Modstand, som kommer af Rivningen, bør man vælge til de runde Huller, hvori Tapperne bevæge sig, enten det haardeste Træe, man kan faae, eller, hvilket endnu er bedre, beklæde dem med Metal-Plader. Overalt jo glattere Delene giøres, desto bedre. Og da man veed, at Olier og andre fede Materier meget formindske Friktionen, endog om det Halve, om de ere meget flydende,

---

Af disse Forsøg, som ere giorte med al muelig Flid, men i Smaat (saa man maaskee sandt Friktionen meer Regelmæssig ved Forsøg i Stort, efter hvad Erfaringerne af Camus synes at vise) bliver

a) Friktionen ikke proportionert Pressionen.

b) Den bliver heller ikke den samme, naar den Overflade, som river sig over en anden, forandres i Størrelse, uagtet at Pressionen ikke forandres.

c) Den bliver over de samme Materier ikke altid den samme.

d) Alt for Resten lige vorer Friktionen med de store Hastigheder i anden Proportion end i den af Hastigheden.

Hvoraf man seer, at Theorien af Friktionen er høist ufuldkommen, saa vi ved de Princips, hvilke vi i Forelæsningen antoge, alene kunde nærme os til Machinernes Udregning.

de; (ventelig, deels fordi de fylde det ujevne, og forhindre at de Dele, som stikke frem over Overfladen, ei kunne gribe saa got som for en i den anden; deels fordi Friktionen bliver paa en vis Maade rullende) saa er det altid af Vigtighed, at man i disse Henseender vel forsyner Machinerne, og det er altid under Betingning at dette er giort, at vi i det følgende antage Rivningen at være over et horizontal Bret en Tredie-Deel af Tyngden.

§. 331.

Den simpleste Maade forklares, hvoraf ved Forsøg kan bevises, at Rivningen er Tredie-Delen af Tyngden eller Trykningen.

For derfor at nærme sig saa meget, som mueligt, til almindelige Regler for Machinernes Rivning, ville vi see paa Maaden, hvorledes man kan bestemme den med nogenlunde Rigtighed, da man iblant flere Maader kan vælge den letteste. Den simpleste (*) bestaaer i at undersøge, hvad den Tyngde t (Taf. XV. Fig. 17.) er, som over et horizontalt Bret AB kan net op bevæge en Tyngde T. Thi da, efter vores forhen beviste, den Kraft, som her udfordres til at bevæge Tyngden selv, er at anse som intet, siden den aldeles ingen anden Modstand foresinder, end den blotte Inertie, saa anvendes den Kraft t alene til at overvinde Rivningen over det horizontale Bret AB. Men da dette ikke vel kan skee, uden at legge en Tridse an i E, saa maa man see paa at Navlen, hvorom den bevæges, endelig er meget liden, fordi ellers omkring den bliver en Friktion. Man maa og see paa

(*) See *Memoires de l'Academie des Sciences.* Année 1699. *Amonton.*

at TE bliver fuldkommen parallel Overfladen af AB. Derved findes, at $t = \frac{1}{3}T$ noget nesten.

§. 332.

En anden og fuldkommnere Maade forklares.

Indretter man derimod et Instrument af den Beskaffenhed; at et lidet Bret AB kan bevæge sig fra Horizontalen BC op efter udi B, og Vinklen B noie kan maales, da kan man ved at iagttage, under hvad Vinkel ABC at Tyngden T glider ned efter Planet, bestemme, hvad Rivningen i Machinerne er. Man finder, at denne Vinkel er omtrent 18° 27′. Er (Taf. XV. Fig. 18.) *df* Vertikalen, og man lader *df* forestille den hele Tyngde T, da er Pressionen af Tyngden T paa Planet, som *de*; den Kraft, der driver ned efter Planet, som *ef*. Er Vinklen ABC net op den, under hvilken Tyngden begynder at falde, da er *ef* saa stor som Friktionen; fordi, indtil under denne Vinkel, haver den ved sin Modstand holdt den Tyngde T fra at glide ned efter Planet, hvilken, om ingen Rivning havde været, strax burde have begyndt at bevæge sig, i hvor liden end at Forhøinings-Vinklen ABC havde blevet. Følgelig er Friktionen til Pressionen over det inklinerte Plan som *ef* : *ed*, eller som AC : CB, som Tangens af den Inklinations-Vinkel, under hvilken Tyngden begynder at glide ned efter Planet til den hele Sinus. Saafremt da at ved Erfaring det findes, som sædvanlig antages, at Vinklen ABC er, som for sagt, 18° 27′; da fordi Tang. 18° 37′ forholder sig til den hele Sinus noget nesten = 3336 : 10000; følgelig noget nesten

= 1 :

= 1 : 3, saa bliver og Friktionen en Tredie-Deel af Pressionen.

§. 333.

Hvad Rivningen bliver over et inklinert Plan.

Men man maa agte, at den over det inklinerte Bret derfor ikke er en Tredie-Deel af Tyngden. Thi den hele Tyngde foraarsager paa det ikke Pression. Tvertimod; Friktionen er i dette Tilfælde til den hele Tyngde T, som *ef* : *df*, eller som Sinus af Inklinations-Vinklen til den hele Sinus.

§. 334.

Rivningen er mestendeels Trykningen proportionert, hvorledes end at Figuren og Størrelsen af de Dele ere, som bevæge sig over hinanden.

Hvad heller disse Forsøg gjøres paa horizontale eller over inklinerte Bretter, finder man mestendeels altid; at, endskiønt Pressionerne ere foranderlige og Tingenes Tyngder, saa bliver dog noget nesten Friktionen Tyngden, eller rettere sagt, Pressionen proportionert, og det uden synderlig Forandring, hvad heller at den Grund-Linie, Legemet bevæger sig over, er større eller mindre, alene at Pressionen eller Tyngden er den samme. Dette er og den Regel, hvorefter vi i det følgende ville rette os, saavelsom og efter denne anden; at i Machinerne, saaledes som Delene sædvanlig, og i sær efter at de ere noget brugte, glattes, er den absolute Kraft af Friktionen den tredie Deel af Pressionen, skiønt man heri langt fra ikke er enig (*).

§. 335.

(*) Desangaaende fortiener at læses Bilfinger *de Frictionibus Solidorum* udi *Commentariis Petropolitanis*. Tom. 2. Efter de Bilfingerske Forsøg falder

§. 335.

Forskiel imellem den strygende og rullende Rivning.

Imidlertid maa man nødvendig, for vi gaae videre, skille to Slags Friktioner fra hverandre. Den ene, naar Delene af den Ting, der bevæges, idelig blive andre paa den, de bevæges over, som naar en Kugle løber rullende ned efter et Bret. Vi ville kalde denne Rivning den **rullende.** Den anden, hvilken vi ville kalde simpel hen **Friktion** eller **den strygende Friktion,** er derimod den, som forekommer sædvanlig i Machinerne, naar nemlig i den Ting, som bevæges, de samme Dele idelig blive ved at stryge hen efter den anden Ting, de bevæges over.

§. 336.

Den rullende Rivning kan anses som ubetydelig.

Den rullende Rivning kan man med Feie anse som ubetydelig, eller i det mindste, som overmaade liden imod den strygende. Thi legger man en Kugle paa et horizontalt Bret, og løfter dette om nok saa liden en Vinkel op over Horizonten, da begynder den strax at rulle ned efter, hvoraf let sees, efter hvad vi allerede have sagt §. 330, at de rullende Tings Rivning er at anse som intet. Fordi Rivnin-

falder Forhøinings-Vinklen af Planet, hvorunder Tingene begynde at glide imellem 12° og 15°. Hvoraf skulde følge, at Friktionen forholde sig til Tyngden = 1 : 4. Efter en Theorie af Parent, *Histoire de l'Academie des Sciences.* Année 1720 er Forholden den af 20 : 7. Men man kan sikkert regne, at om Friktionen i de store og grove Machiner ikke overgaaer Trediedelen af Pressionen, bliver den dog sjæl aldrig i dem mindre.

Rivningerne i disse to adskillige Tilfælde ere som Høiderne AC, Fig. 18, og Høiden i dette sidste Tilfælde er ulignelig mindre, end Høiden i det første, saa er og den rullende Friktion i samme Forhold ulignelig mindre end den strygende.

§. 337.

Rivningen i Axlernes Tapper kan formindskes ved at lade dem bevæge over andre Cylindre.

Man veed deraf at giore adskillig Nytte i Machin-Væsenet. Til den Ende kan agtes, at hvor Axlerne af Hiulene bevæge sig i Cylindriske Huller, er altid en strygende Rivning, af Aarsag at de samme Dele blive immer ved at bevæge sig over andre. For at forekomme denne Tappernes Rivning, legger man dem, som i Taf. XVI. Fig. 1, over andre Cylindrer. C forestiller Tappen af en tung Axel; A og B ere Cylindrer, hvis Tapper ere meget mindre end Cirklen C. Tyngden er deelt lige over Cylindrerne A og B, hvad heller at disse ligge udi det samme Plan med hverandre, eller det ene af dem skyder efter et parallel Plan noget hen over det andet. Forestiller *ab* den halve Deel af Tyngden i C, da om den oploses i to andre, i den ene *ad* hen efter Tangenten eller Rore-Linien, som taber sig i at bevæge Cylindren, og i den anden efter *ac*, som trykker ind imod Centret, da bliver *ac* som Cosinus af den Vinkel Vertikalen *ab* gior med Halv-Diametern, og altid mindre end *ab*, i sær om Axlen C ligger vel dybt ind imellem Cylindrerne A og B, saa Centrets Trykning, følgelig og Rivningen, bliver mindre, end om C laae umiddelbar i en cylindrisk Hulning. Det er saa meget desto bedre, om

Cirklerne A og B ere store, naar de ikkuns ei blive anseelig tunge, og derved formere Friktionen i A og B. Man kan i sær betiene sig af denne Forbedring ved Klokkerne.

§. 338.

Hvorledes tunge Byrder kunde paa den letteste Maade veltes afsted.

Ligeledes, naar man vil velte store Byrder hen over Horizonten, bliver det altid overmaade fordeelagtigt, dertil at betiene sig af de saa kaldte Valzer eller cylindriske Stokke, saaledes som man seer Taf. XVI. Fig. 2 og 3. Da man alene legger nogenlunde glatte Stænger under de runde Legemer, at de over dem kunne rulle, for at komme fort, og derimod Cylindrer under platte Byrder. I Cylindrerne sees Huller til Vegtstænger, for desto lettere at kunde skyde dem fort. Man maa idelig legge nye cylindriske Stokke under. Bevægelsen er let, men langsom.

§. 339.

Machiner uden Rivning er ei af synderlig Nytte i Brugen.

Af samme Aarsag haver man optænkt en og anden Machine uden Friktion, eller i det mindste uden anseelig Friktion, fordi Bevægelsen deels er rullende, og det desuden er klart, at Strikker, som vikle sig simpel hen af Cylindrer, forvolde, i det de vikle sig af, ingen Rivning. Vi ville her ikkuns anfore en eneste af disse Machiner, fordi deres Nytte er ikke stor (*), da Bevægelsen altid er vankende, og man dog ikke

(*) Man finder af dem flere i Perraults *Vitruve* og Leupolds *Theatro Machin.*

ikke kan i dem undgaae den Modstand, som kommer af Strikkerne, i det de vinde sig om Cylindrerne, hvilken vi i det følgende skulle vise, ingenlunde at være ubetydelig, men lige saa ansеelig som Friktionen.

En saadan Machine vises Taf. XVI. Fig. 4. Rystningen, som holder Machinen, forstaaes af Tegningen uden videre Forklaring. Til den øverste Bielke AB ere i A og B heftede to Snorer, slagne omkring Cylindren EF, over hvilken den Snor, i hvilken Lasten henger, er vunden til den anden Side. I F er en Art af stort Hiul, hvorom gaaer en omviklet Snor. I C over en liden Tridse henger en Tyngde D, som holder Ligevegt med Cylindren EF og med Hiulet F. Alt som Snoren i F vikler sig af, tilligemed Snoren DC, vikle Snorene sig om i E, *h* og *g*. Da man kan give Tyngden D den Overvegt, som behoves, for at overvinde den ubetydelige Friktion af Tridsen; saa haver Kraften i F ingen anden Modstand at bestride, end den, som kommer af Strikkernes Omvikling i E, *g* og *h*.

§. 340.

Rivningen bør i Udregningerne antages som Tredie-Delen af det Punkts Trykning, der haver en stryende Bevægelse over andre Dele.

Efter at have giort disse Anmerkninger, ville vi videre foretage os Udregningerne af Friktionen selv; da man uden Moie seer, at der i en Mængde Tilfælde ingen Vanskelighed kan være i dens Bestemmelse, alene at man antager, at denne Modstand er bestandig og den tredie Deel af Tyngden, eller af en Trykning, hvilken kan ansees som en Tyngde. Thi i denne Tilfælde haver man overalt en al-

mindelig Regel at følge, for at bestemme Rivningen af Delene. Man maa nemlig først bestemme, hvor stor den perpendikulære Trykning er paa det Plan, over hvilket Bevægelsen skeer. Den tredie Deel af denne Trykning er bestandig i alle Machiner den Kraft, der maa anvendes for at overvinde Delenes strygende Rivning over hverandre, om ellers Kraftens og Friktionens Vegtstang er af samme Storrelse.

Da vi i det foregaaende have viist i alle Hoved-Tilfælde, hvorledes den perpendikulære Trykning deels paa Planerne selv, deels paa Bevægelsens Centrer kan bestemmes, saa er det, vi have videre at sige om Friktionen, intet andet, end simpel hen at anvende det allerede sagte til Brug i det nærværende. Vi ville, for at giore denne Sag desto klarere, igiennemlobe de fornemmeste Tilfælde, og deri følge den samme Orden, som vi have brugt i Statik selv, først betragte Rivningen i de simple Machiner, og siden i nogle faa sammensatte.

§. 341.

Den horizontale Rivning bestemmes i alle Hoved-Tilfælde, saa tidt som Bevægelsen skeer hen efter horizontale Planer.

I Henseende til den strygende Rivning, kan man i samtlig Machinerne skille to Hoved-Tilfælde fra hverandre; Den ene, naar Bevægelsen antages at skee over et Plan efter ret Linie. Den anden, naar Bevægelsen er cirkulær. Vi ville først tage den første under Betragtning, da Planet, hvorover Bevægelsen skeer, er enten horizontal, eller skraaeliggende, eller vertikal.

Er

Er Brettet simpel hen horizontal, som i Fig. 5 og den paa samme liggende Tyngde T, da er Friktionen, efter hvad vi forhen have sagt, $= \frac{1}{3}T$.

Formeres denne Trykning, der kommer af Tyngden selv, derved, at en anden Kraft trykker den endnu stærkere imod Brettet CD, efter den Direktion *ab*, som i Fig. 5, da ere igien to Hoved-Tilfælde at agte.

1) Om denne Trykning er efter *db* perpendikulær, og kaldes P, siden da Sagen er den samme, som om en Tyngde af samme Kraft som denne Trykning, blev lagt over Byrden T, da er Friktionen $= \frac{T+P}{3}$.

2) Saafremt derimod at Direktionen af Trykningen P var skiev paa T, da maa den oploses i to andre i en perpendikulær efter *db*, der er som Sinus af den Vinkel *abn*, hvilken Kraftens Direktions-Linie *ab* gior med den foromtalte Linie *bn*, parallel CD, og i en anden *da*, som vi ville antage parallel Planet CD. Denne sidste kan baade hielpe den Kraft, der skal overvinde Friktionen, om den saavel, som Kraften, trekker efter Direktioner parallele Planet og efter samme Side, den hindrer derimod Kraften, om den trekker efter en imodsat Direktion.

3) Trekker Kraften selv ikke efter en Direktion parallel Planet, men efter hvad anden Direktion som man vil, der er skiev paa Planet. Da trekker den enten over eller under Planet, som i Fig. 6 efter *ad*, eller efter *ef*; i begge

Tilfælde maa den oploses i to andre; i en, perpendikulær paa Planet, og i en anden, som er Planet parallel.

a) Er Direktionen *ad*, da lofter den Kraft efter *ca* simpel hen Tyngden, kaldes denne Deel af Kraften K, da bliver den Deel af Tyngden, som foraarsager Friktion, T — K, og Friktionen selv $\frac{T-K}{3}$, hvormed Kraften efter *ab* maa være lige stor, om den skal staae i Ligevegt med Rivningen.

b) Trekker derimod Kraften Tyngden hen over Planet CD, efter den Direktion *ef*, da naar samme ligeledes oploses efter *en* og *fn*, formerer *fn* umiddelbar Friktionen; er $fn = K$, bliver Friktionen $\frac{T+K}{3}$.

§. 342.

Ligeledes, naar flere horizontale Bretter bevæge sig imellem hverandre.

Dersom flere horizontale Bretter ligge over hverandre, paa den Maade, som vises Taf. XVI. Fig. 7, hvor A er et horizontal Bret, paa hvilket ligge over hverandre andre Bretter *b*, *a*, festede til et Vertikal-Bret, og imellem dem ligge igien B og C, hvilke en Kraft søger at bevæge efter Direktion af DE, imidlertid at alle disse Bretter trykkes af en Kraft T, da om man vil anse samtlig Bretterne som at være uden Tyngde (thi ellers maa Tyngden af alle de overliggende Bretter legges til) bliver Friktionen paa enhver af de Sider, som bevæges imod andre $= \frac{1}{3}T$. Om derfor disse Siders Antal $= n$, bliver den hele Rivning eller Friktion som Kraften efter en parallel Direktion DE haver at overvinde $= \frac{n}{3}T$.

§. 343.

§. 343.

Er (Taf. XVI. Fig. 8.) Planet EF skraaeliggende, og Tyngdens vertikale Direktion AD, Kraftens efter Behag AB, Perpendiklen paa Planet AC, da bliver Planets Trykning, om Tyngden kaldes T, $= \frac{\text{Sin. BAD}}{\text{Sin. BAC}} \cdot T.$, §. 173, og folgelig bliver Friktionen $= \frac{\text{Sin. BAD}}{\text{Sin. BAC}} \cdot \frac{T}{3}$. Kaldes den Vinkel BAD, v, Vinklen BAC, p, da bliver Friktionen $= \frac{\text{Sin. } v}{\text{Sin. } p} \cdot \frac{T}{3}$, som vi ville sætte = HI, og denne Modstand skal overvindes af Kraften efter den Direktion KH eller AB. Derfor maa denne Kraft anvende en dobbelt Bestræbelse, en hen efter Planet saa stor som HI; En anden perpendikulær paa Planet efter HL. Folgelig bliver, naar Sinus totus = 1. $\text{Sin. } p : 1 = \frac{\text{Sin. } v}{\text{Sin. } p} \cdot \frac{T}{3} : \frac{\text{Sin. } v \cdot T}{3 \cdot (\text{Sin. } p)^2}$, hvilket sidste er den Kraft, der behovedes, for at holde Ligevegt med Friktionen, efter den Direktion HB, om man her kunde slutte som i Kræfternes Parallelogram, at to Kræfter, som stode perpendikulær paa hverandre, ikke forandrede hinanden.

Rivningens Størrelse over skraaeliggende Planer bestemmes.

Men dette sidste skeer virkelig, thi den perpendikulære Kraft efter HL formerer Friktionen om en Tredie-Deel af sin Størrelse, saa om $HN = \frac{1}{3}HL$, og paa nye Kræfternes Parallelogram trekkes, bliver HQ den Deel, om hvilken Kraften for denne nye Friktions Skyld maa formeres. Man bestemmer ellers meget let HL af HI, thi $\text{Sin. } p : \text{Cos. } p = \frac{\text{Sin. } v}{\text{Sin. } p} \cdot \frac{T}{3} : HL = \frac{\text{Sin. } v}{\text{Sin. } p} \cdot \frac{T}{3} \cdot \frac{\text{Cos } p}{\text{Sin. } p}$, hvoraf Friktionen

tionen er en Tredie-Deel; saa at $HN = \frac{\text{Sin. } v. \text{ Cos. } p}{9. (\text{Sin. } p)^2} T$. Og derfor atter igien $\text{Sin. } p : 1 = \frac{\text{Sin. } v. \text{Cos } p}{9. (\text{Sin. } p)^2} T : HQ = \frac{\text{Sin. } v. \text{Cos. } p}{9. (\text{Sin. } p)^3} T$.

Man kan paa samme Maade bestemme Perpendiklen NQ, som igien formerer Friktionen om $\frac{1}{3}$, og siden af den igien den Kraft, der behoves til Formering efter HB, saa den hele Sum af fornødne Kræfter løber saaledes ud paa en uendelig Følge, men vi skulle strax faae at see, at det i Machin-Væsenet er altid nok, deraf alene at beholde de første Leed.

§. 344.

Særdeles Opløsning for det Tilfælde, da Kraften trekker parallel Planet.

Thi de to Tilfælde, som i Machin-Væsenet særdeles maa sees paa, ere, den ene; naar Kraften trekker parallel hen efter Planets Længde. Den anden, naar Kraften trekker parallel med Planets Grund-Linie.

I den første Tilfælde bliver $p = 90°$, Sin. $p = 1$, og Cos. $p = 0$, da derfor alle Leddene af Følgen, undtagen den første, indeholde i Tælleren, som let sees, Cos. p, saa bliver i denne Henseende det, som maa legges til Kraften, for at overvinde Friktionen, simpel hen, $= \frac{\text{Sin. } v. \text{ T}}{3. (\text{Sin. } p)^2}$, men i dette Tilfælde er Sin. p = Sinus tot. Sin. v = Sin. EFG, saa man faaer for Kraftens Formering denne Værdie $\frac{EG}{3. IE} T$.

Sættes

Sættes EG $= b$, EF $= l$, FG $= a$, da siden den Kraft, der udfordres til at holde Ligevegt med Tyngden, om ingen Friktion var, $= \frac{a}{l}$T; og den, som maa legges til for denne Modstands Skyld, er $\frac{b}{3l}$T; saa bliver den hele Kraft, der udfordres over det skraaeliggende Bret, til at holde Ligevegt med Last og Friktion, naar Kraften ellers trekker parallel med Brettet, $= \frac{3a+b}{3l}$.T. $= \frac{3a+\sqrt{ll-aa}}{3l}$T.

§. 345.

Trekker Kraften parallel med Grund-Linien af Planet, eller horizontal; da bliver $v = 90°$, BAC $=$ EFG, saa man faaer for Kraftens Formering 1) $\frac{T}{3(\text{Sin.}p)^2} = \frac{l^2T}{3b^3}$.

Ligeledes for det Tilfælde, naar Kraften trekker i parallel Direktion med Grund-Linien af Planet.

Hvad den anden Formering af Kraften angaaer, da bliver samme $= \frac{\text{Sin. } v. \text{ Cos. } p}{9.(\text{Sin.}p)^3}T = \frac{aTl^2}{9.b^3}$, hvorved er at agte; at naar Vinklen FEG bliver meget liden, som i de Kiler, der have stor Kraft og i Skruen, da bliver a meget liden imod b, hvilken sidste fast kan ansees som $= l$. Men alle de følgende Leed af Følgen blive høiere Dimensioner i Nævneren af b, de kunde derfor i disse Tilfælde, hvor man desuden ikke seer paa andet, end at nærme sig til den sande Værdie altid udelades, saa at den Kraft, der behoves til at overvinde Friktionen over deslige Planer, som Skruen og Kilen, kan antages at være $\frac{l^2T}{3b^2} + \frac{al^2T}{9b^3}$.

§. 346.

Rivningen gior det inklinerte Bret temmelig ufordeelagtigt udi Brugen.

Efterregner man Værdien af $\frac{3a+b}{l3}$T udi enkelte Tilfælde, da vil man finde, at Friktionen gior Brugen af det inklinerte Plan langt fra ikke saa fordeelagtig, som den i Følge de Statiske Regler burde være. F. Ex. under 10 Graders Elevation skulde man efter disse sidste ikke have uden den femte Deel af Tyngden at bevæge, da man derimod, naar Friktionen kommer til, maa anvende en Kraft allerede saa stor som den halve Tyngde $= \frac{5018}{10000}$T. Og under 50° en lige saa stor Kraft omtrent som den hele Byrde er tung, nemlig Kraften bliver $= \frac{9802}{10000}$T. Siden voxer for den samme Tyngde T Bemøielsen idelig indtil (*) under den Vinkel 71°35′, da den er størst $= \frac{10539}{10000}$, og Kraften maa virkelig være $\frac{1}{20}$ større end Lasten, hvoraf aabenbar følger; at

(*) Den Vinkel, under hvilken Bemøielsen er størst, findes overmaade let; man behøver dertil intet andet, end alene at differentiere den i §. 310 fundne Værdie for Kraften $\frac{3a+\sqrt{ll-aa}}{3l}$T saaledes, at a sættes forænderlig, hvorved faaes $3\sqrt{ll-aa} = a$ og $\frac{3}{\sqrt{10}} = \frac{a}{l}$; men $\frac{a}{l}$ er Sinus til Planets Forhøinings-Vinkel, og $\frac{3}{\sqrt{10}}$ forandret til Decimal-Brøk, beløber noget nesten 0.9487, hvortil svarer i Sinus-Taflerne 71°35. Men man kan agte, at dersom andre Forhold bleve antagne af Friktionen til Pressionen, end den Amontonske 1 : 3, som vi efter Skribenternes Sædvane her bruge, da fandt man for den største Bemøielse andre Vinkler.

at i Brugen inklinerte Bretter ingenlunde med Fordeel kunde anvendes under større Vinkler, end 50°. Fra 71°35′ bliver Bemøielsen igien mindre indtil 90°; da, som man strax seer, ikke meer løftes i Vertikalen end den hele Tyngde.

§. 347.

I Henseende til Kilen og Skruen, maa to Tilfælde skilles fra hverandre. Den ene, om Kilen bevæger sig, den anden om Tyngden alene bevæges op over Kilen. Bevæges Kilen, og Kraften antages at trekke parallel det Plan, hvorpaa den hviler; da maa, foruden den Rivning over det skraaeliggende Plan, som vi nu nylig have bestemt, endnu Rivningen paa det underste Plan legges til, hvilken er simpel hen Tredie-Delen af Lastens og Kilens Tyngde, siden vi have antaget Kraften at trekke parallel hen efter Grund-Fladen. Det nylig sagte anvendes i Kilen og Skruen.

Det samme er at agte i Henseende til Skruen, naar den bruges til at presse, da den ligeledes haver en Rivning, ei alene paa Skrue-Gangen selv, som er det skraaeliggende Bret, men endog over Grund-Fladen, som nemlig bevæges over den Ting, der presses.

§. 348.

Er Planet vertikal som AB (Taf. XVI. Fig. 9.) og en Tyngde T, hvilken holdes i sit Tyngdes Center E, glider op efter Planet, da haver ingen Friktion Sted, for saa vidt, som samme kommer af Tyngden, fordi denne sidste trykker vertikal efter CD, og derfor ikke paa Planet. Des- Rivningens Bestemmelse i vertikale Planers adskillige Tilfælde.

uagtet siden de ujevne Dele dog tage i hverandre, i sær i de Tilfælde, da den ene Ting bevæges trangt i den anden, som i Pomperne for Exempel, saa bliver dog altid en Friktion, som er i Forhold af Planernes Superfice eller Fladernes Storrelse, der bevæge sig over hverandre, og derfor af en langt anden Art end den, der kommer af Tyngden, og vi have i det forrige betragtet. Derfor maa altid afgiores med egne over dette Slags Rivninger forud giorte Forsog, hvad denne Rivning kan være. I al Fald bor dette Slags Friktion ansees som liden.

§. 349.

Saafremt derimod, at Tyngden ei holdes af Kraften (Fig. 10.) efter den vertikale Direktion DC i sit Tyngdes Center E, men uden for samme udi D, da maa *f*DE ansees som en Vegtstang af det andet Slags, hvis Hvilepunkt er i *f*, Tyngden T ophengt udi E, og Kraften anlagt udi D. Trykningen i *f* bliver her den samme, som den vi forhen have beviist at tilkomme dette Slags Vegt-Stænger i deres Hvile-Punkt. Man kan derfor her giore Brug af det, hvilket i det folgende skal blive sagt om Vegt-Stængernes Friktion over deres Hvile-Punkter.

§. 350.

Saafremt at en Tyngde bevæges, som i Fig. 9, op efter et vertikal Bret, og trykkes imidlertid ind til det efter en perpendikulær Direktion FE, da om tillige Kraften bevæger

væger efter den Direktion CE parallel AB, som er i samme Linie med Friktionens Direktion; behover Kraften alene at formeres om $\frac{1}{3}$ af hvad Trykningen er efter FE, for at overvinde Friktionen.

§. 351.

Dersom en Vertikal-Bielke AB (Taf. XVI. Fig. 11.) simpel hen blev loftet op i Hoiden af en Kraft i B, hvis vertikale Direktion gik efter BFA igiennem Tyngdens Center, da er det af sig selv klart, at en saaledes anlagt Kraft intet andet havde at lofte, end alene Bielkens Tyngde uden videre Friktion. Saasnart derimod som en saadan Bielke loftes af en vertikal Kraft i K uden for Centret, og falder ganske lidet over imod C og D; kan man, da alle tre Kræfter staae i Ligevegt omkring de Punkter K, C og D, ansee disse Kræfters Virkning, som om KGE var en brudt Vegt-Stang, hvis Hvile-Punkt var i K, imidlertid at Igien-Virkningen i C virkede paa denne Stang efter Direktionen CE og Tyngden paa samme efter den vertikale Direktion EB. Disse Kræfter maa derfor forholde sig imod hverandre som Perpendiklerne fra Hvile-Punktet paa deres Direktioner forkeert tagne. §. 31. Trykningen i C bliver derfor (naar hele Bielkens Tyngde kaldes T) $= \frac{T.GK}{GE}$. Ligeledes findes den i D $= \frac{T.GK}{GD}$. Trykningen af hele Bielkens Tyngde bliver derved i C proportionert GB, og i D proportionert

tionert EG. Folgelig blive og Friktionerne i C og D udi samme Proportion, fordi de forholde sig som Tyngderne. §. 334.

Rivningen i C er derfor $= \frac{T.GK}{3GE}$, ligeledes bliver Rivningen i D $= \frac{T.GK}{3.GD}$.

§. 352.

Legger man disse to Trykninger sammen, da bliver deres hele Sum $\frac{T.GK.ED}{3.(GE.GD)}$, hvoraf sees; at, siden Tælleren altid bliver den samme, i hvor meget end GE (= KL) og GD indbyrdes under sig forandres, alene at KL + GD = ED bliver samme Storrelse; saa er det let at see, at den Trykning, der forvolder Friktion, bliver mindst, naar GE. GD bliver størst. Men man veed af Geometrien, at dette sidste skeer, naar GE = GD, siden af alle retvinklede Parallelogrammer, som kunne sammensættes over en Linie af dens Stykker, det er størst, som sættes over Midten. Folgelig er det fordeelagtigste Sted, man kan give Kraften, i Midten af den vertikale Stok.

I den Tilfælde, da Loftning skal skee igiennem en vis Høide, er det fordeelagtigst, at anlegge Kraften udi nF saa meget under Midten, som den siden skal stige i Høiden over samme; fordi i dette Tilfælde Friktionen bliver alt mindre og mindre indtil Midten, og siden større til en lige Distance over den, men altid mindre end i alle andre Tilfælde, fordi den holder sig saa nær Midten, som muelig.

Er

Er alt saaledes indrettet, og Svinget ikke stort, kan KL ansees som $= GD = DN = \frac{1}{2}ED$, og Friktionen bliver paa det nærmeste $= \frac{2}{3}\frac{T.GK}{DN} = \frac{2}{3}\frac{T.Fn}{DN}$.

§. 353.

Saafremt derimod at GE eller GD bliver overmaade liden, maa den Friktionen foraarsagende Trykning være overmaade stor; thi naar GE eller $GD = 0$, bliver den ∞, §. 351, hvoraf følger; at jo nærmere Kraften er det Punkt, hvorpaa Trykningen skeer, desto større er denne Trykning og den deraf flydende Friktion.

§. 354.

Endelig og, om alle øvrige Størrelser ansees som bestandige, men GK alene som foranderlig; da bliver den hele Sum af Rivningen i C og D altid proportionert GK, saa man deraf seer, at jo mindre Omstændighederne tillade at giøre denne Løfte-Arm, desto mindre bliver og Friktionen.

Ser-

Sextende Forelæsning.

Fortsættelse om Reglerne for Delenes Rivning i Machinerne, i sær om Friktionen i den cirkulære Bevægelse.

§. 355.

Rivningen i den runde strygende Bevægelse bestemmes, og først i det Tilfælde, da Last og Kraft virke paa lige store Vegtstangs-Arme.

Efter at have anfort det fornemmeste, som bør agtes i Henseende til den retlinede Bevægelse og den deraf flydende Friktion, have vi endnu tilbage at betragte den, som skeer i rund Bevægelse, saaledes nemlig, som i Machinerne sædvanlig Tapperne af alle cylindriske Axler bevæges, hvad heller de staae vertikal, eller ligge horizontal hen. For at igiennemlobe, hvad der i denne Henseende bør vides, og for tillige at forklare det paa den letteste Maade, ville vi begynde af den allersimpleste Tilfælde, den, som man seer Taf. XVI. Fig. 12, naar en Cylinder ligger i Pander, eller Hulninger, som AC, BD og i dem veltes om, imidlertid at Kraft og Friktion virke paa de samme Vegt-Stænger, nemlig paa Diametern EF begge; hvorfor og den ene i Henseende til Vegtstangs-Armen og Indretningen af Machinen ingen Fordeel haver frem for den anden, fordi vi desuden antage begges Direktioner parallele.

I dette

I dette Tilfælde seer man strax, at den hele Trykning er 1) Lastens L, 2) Kraftens F, hvilke over lige store Vegtstænger ere lige store; og 3) endelig Cylindrens egen, for saa vidt, som samme er tung. Kaldes den hele Trykning af Lasten, Kraften og Cylindren T, da bliver Friktionen $\frac{T}{3}$, og siden Kraften virker imod Friktionen paa en lige saa stor Vegtstang, som dens; saa er den Deel, der for Friktionens Skyld maa legges til Kraften, over hvad de sædvanlige statiske Regler udfordrer $= \frac{1}{3}T$.

Dette Tillæg i Kraften forvolder igien en nye Friktion $= \frac{1}{9}T$, fordi den deraf kommende Trykning er $\frac{1}{3}T$. Kraften maa derfor igien formeres om $\frac{1}{9}T$; følgelig bliver atter igien Trykningen $= \frac{1}{9}T$, og den deraf kommende Rivning $= \frac{1}{27}T$, saa at Kraften atter igien om denne Storrelse maa formeres. Slutter man bestandig videre paa denne Maade, da seer man, at den hele Kraft, som for Friktionens Skyld maa legges til, tilkiendegives ved denne uendelige Følge,

$$\frac{T}{3} + \frac{T}{9} + \frac{T}{27} + \frac{T}{81} + \frac{T}{243} + + \text{ i det uendelige.}$$

Men man veed af Algebre, at denne Følge $\frac{1}{3} + \frac{1}{9} + \frac{1}{27} + \frac{1}{81} + +$ i det uendelige beløber i alt $\frac{1}{2}T$.

Deraf følger, at saa tidt som Kraften og Lasten efter parallele Direktioner virke over lige store Vegt-Stænger med Friktionen, er altid det, som maa legges til Kraften, for at staae i Ligevegt med Friktionen, saa meget som Halv-Delen af den Pression, der forvolder Friktionen.

§. 356.

Ligeledes, naar de virke paa uli-ge Arme.

Deraf findes overmaade let, om hvor meget Kraften maa formeres i alle de Tilfælde, da den virker paa en stør-re Vegtstang end Friktionen, saaledes som det sædvanlig Viis skeer i Machinerne. For Ex. Saafremt man, alt i forrige Hypothese, at Direktionerne af Last og Kraft ere parallele, ei meere antager, som i det nylig anforte Exem-pel, Kraft og Friktion at virke paa lige store Vegt-Stæn-ger, men paa ulige, som i Taf. XVI. Fig. 13, hvor Cirk-len, hvis Center er o, bevæger sig over den anden ubevæ-gelige, hvis Center er *a*, og Friktionens Vegtstang er *b*o, Kraftens derimod Ko; da behoves intet andet, end aller-først at bestemme Trykningen i *b*, som findes, (om Tyngden af Vegtstangen = T, Kraften = K, og Lasten i L = L) ved at summere K, L og T, saa den hele Trykning i *b* beløber $L + T + \frac{Lo}{Ko}L$; følgelig bliver Friktionen i *b* $= \frac{(L+T)Ko + L.Lo}{3Ko}$, Kraften til samme blev, om den yttrede sin Virkning i *c*, $=(L+T+\frac{La}{Ka}L):2$, §. 355, men da den yttrer samme udi K, bliver $Ko:bo = \frac{(L+T)Ko+L.Lo}{2Ko}$ $: \frac{bo.((L+T)Ko+L.Lo)}{2(Ko)^2}$, hvilket er den Kraft udi K, der udfordres, for at overvinde Friktionen udi *b*.

§. 357.

Saa tidt som Direktionerne ere parallelele, er intet videre at agte i alle de Tilfælde, hvor Friktionen og Kraf-

ten

ten virke paa adskillige Vegt-Stænger, som, for Ex., i Hiulene og i Tridserne. Vi ville til Overflodighed anfore et eneste Exempel desangaaende.

Er (Taf. V. Fig. 6.) i *hb* et Hiul, hvilket Kraften soger at bevæge efter Tangenten *hk*. Foreſtiller man sig Lasten som at trykke paa Axlen efter den vertikale Direktion *at*. Kaldes Hiulets hele Tyngde, som for, T, Lasten efter *at*, L, da bliver Kraften $\frac{L.ac}{bc}$, og Trykningen af hele Tyngden, som forvolder Friktion i Tapperne af Hiulet, er $T+L+\frac{L.ac}{bc}$, hvilket vi ville kalde F; saa Friktionen bliver $\frac{1}{2}F$, og den Kraft, der skulde overvinde den, blev $\frac{1}{2}F$, saafremt den havde samme Halv-Diameter som Friktionen.

Men Friktionen virker paa Tappernes Halv-Diameter $= a$, Kraften paa $hc = b$, folgelig er $b : a = \frac{1}{2}F : \frac{Fa}{2b}$, hvilket er den Storrelse, hvorom den til Ligevegt simpel hen nodige Kraft maa formeres for at Kraften i *f* kan holde baade Lasten og Friktionen Ligevegt.

§. 358.

Det samme kan agtes i Henseende til Tridserne. Hvad ellers de herhid horende Tilfælde angaaer, da vilde vi alene vise Maaden, hvorpaa man altid kan bestemme Friktionen, uden at foretage hver enkelt Tilfælde for sig, som enhver ved egen Flid siden selv let kan oplose.

Og i den Anledning om Vinderne, Hiulene og Tridserne i Almindelighed.

1) I Vegt-Stænger med et Hvile-Punkt, er dette Punkts Trykning bestemt §. 42. 49. Folgelig og Friktionen, som for §. 356.

2) I de Slags Vegt-Stænger, der ligge an paa to Hvile-Punkter, som Vinderne og alle Axlerne af Hiulene, kan Trykningen, folgelig og Friktionen bestemmes efter §. 140. 141. 144.

3) I samtlig Tridserne og Hiulene findes Centrets Trykning ligeledes efter hvad Direktioner at Kræfterne end trekke i Folge §. 147. 158. Folgelig er og Friktionen bekiendt.

I alle deslige Tilfælde behover man derfor alene efter de i denne Forelæsning allerede viste Methoder, videre at agte den Forhold, som Kraftens og Friktionens Vegtstænger i en hver enkelt Tilfælde have til hverandre, fordi man altid er derved i Stand til at bestemme Friktionen; Dog maa tillige vel iagttages, om den Kraft, der skal holde Ligevegt med Friktionen, virker i dens Direktion, eller ikke; fordi man efter Kræfternes Parallelograms Bydende idelig maa bestemme den skieve Kraft, som behoves, hvilket ei meer kan være vanskeligt, efter den Mængde Beviser af dette Slags, som vi alle disse Forelæsninger igiennem have anfort. Ikke destomindre ville vi til ydermere Oplysning endnu desangaaende anfore et Exempel.

Vi ville antage, at den Kraft, som perpendikulær paa Vegt-Stangen kunde holde Ligevegt med Friktionen i den §. 356 anforte Tilfælde var K*d* (Fig. 13), naar den

blev

blev anlagt i K, men at Kraften ei efter Kd, men efter Ke, skulde overvinde denne Friktion; da, om Vinklen $eKd = p$, og Sinus totus $= 1$, blev Cosinus $p : 1 = Kd : Ke$. Kaldes Kd, F; er K$e = \frac{F}{\text{Cos } p}$. Men K$e$ maa da nødvendig anvende en Kraft efter de, parallel Stangen, hvilken trykker Cirklen cbp ind imod eller og fra cb, efterdi den er anlagt til over bk, og derfor forefalder paa nye en Rivning $= \frac{1}{3}ed$. Folgelig behoves §. 355 efter Kd igien en nye Kraft $= \frac{\frac{1}{2}ed.bo}{Ko}$, som vi ville sætte $=$ Kf, hvilken igien efter den Direktion Ke udfordrede en nye Kraft Kg, der igien foraarsagede en nye Friktion $= \frac{1}{3}fg$ o. s. v. Hvilket man bestandig saa længe maa vedblive at undersøge, indtil saavel Kf, som gf, kunne ansees for intet.

§. 359.

I øvrigt er her Stedet at tale om Vognene; hvilke nyttige Machiner vi kortelig ville opholde os ved. Deres Hoved-Beskaffenhed er saavel bekiendt, saa den ei behøver vidtløftig Beskrivning. Vi ville derfor alene see paa, hvad Moie Hestene have at anvende, for at trekke en Vogn fort paa en fuldkommen horizontal Vei. Thi er det en Bakke, da have de desuden den Deel af Tyngden at holde imod, som efter det skraaeliggende Plans Beskaffenhed søger at glide ned ad Bakken, hvilket er os paa dette Sted uvedkommende. Er da Veien fuldkommen horizontal, uden at have

Afhandling om Vognenes fornemmeste Egenskaber i Henseende til Friktionen.

anden Ujevnhed, end simpel hen den, som behoves til at drive Hiulene om over Axlen; og A, B ere (Taf. XVI. Fig. 14.) to sammenhengende Hiul, saaledes som sædvanlig i Vognene; Tyngdens Center af den hele Vogn og af alt, hvad den er belæsset med udi C; Tyngden i c, T; da bære Hiulene egentlig i forkeert Forhold af deres Centrers Distance fra C. Men vi ville her antage, at de bære lige, saa at den halve Byrde ligger over Bag-Hiulene, hvilke vi ville forestille ved et eneste udi A, og den anden halve Byrde over For-Hiulene ligeledes forestillede ved et eneste udi B.

Da Hestene spendes for Vognene, saa at de efter en Linie aD, hvilken vi her ville antage horizontal, kunne stode Hiulene imod Veien, hvis Ujevnheder drive disse sidste om, saa virke de paa Vegt-Stænger aF og of, der ere Hiulenes Halv Diametrer. Fordi Veien er antaget fuldkommen horizontal, hindrer Tyngden selv Hestene intet, §. 131.3., men alene den omkring Axlen værende Friktion, hvilken efter vores antagne er saavel omkring Navene paa Bag-Hiulene i c, som paa For-Hiulene i b, paa ethvert af dem derfor $= \frac{1}{6}T$.

Men da denne Friktion virker paa Vegt-Stænger eo og ba, saa bliver paa en horizontal Vei den Moie, Hestene have for at bevæge Bag-Hiulene, alene $\frac{T.oe}{6.of}$, og ligeledes i Henseende til For-Hiulene $\frac{T.ba}{6.aF}$, uden videre Tillæg. §. 67 Mekan. Forel. Hvoraf sees videre

1) At

1) At jo mindre oe er og jo større of, imidlertid at T bliver en lige stor Byrde, desto mindre bliver den Kraft, der behoves imod Friktionen, og derfor altid saa meget mindre, som Hiulets Halv-Diameter bliver større.

2) Den hele Sum af Friktion beløber $\frac{T\,oe.aF + T.ba.fo}{6.aF.of}$. Ere Navenes Halv-Diametrer $oe = ab$, som de sædvanlig giøres i Vognene, da bliver den hele Friktion $= \frac{T.ab.(aF+fo)}{6.fo.aF}$. følgelig i at antage Summen af Halv-Diametrerne i begge Hiulene, imidlertid at de ellers under sig forandres uforanderlig, bliver altid Friktionen mindst, naar For- og Bag-Hiulenes Halv-Diametrer blive lige store, siden $fo.aF$ da er størst.

§. 360.

Dette er derfor den fordeelagtigste Forhold imellem Hiulenes Halv-Diametrer, i Henseende til Friktionen, en Forhold, som man sædvanlig saa omtrent iagttager i Arbeids-Vognene. I andre Vogne derimod gier man gierne For-Hiulene af ulige mindre Halv-Diameter end Bag-Hiulene. Friktionen bliver derved, som man seer, overmaade ulige over Bag- og For-Hiul, men man kan bringe det til nogenlunde Lighed igien, ved at indrette Vognen saaledes at Tyngdens Center C falder nærmere Bag-Hiulene, end For-Hiulene, da det i Henseende til Friktionen bliver atter igien omtrent det samme, som om Halv-Diametrerne af Hiulene vare lige store.

Men

Men denne Maade, som sædvanlig bruges, at giore For-Hiulene mindre end Bag-Hiulene, bringer andre undertiden anseelige Fordele med sig. Hiul af mindre Peripherie behove et mindre Rum for at rulle om, og da derpaa nodvendig maa sees i de brede Vognes Vending i smalle Veie og Gader, saa er den letteste Maade at vende en Vogn om paa, den Fordeel, som man i sær haver seet paa i at giore Forhiulene smaa, og saa meget smaa, som de sædvanlig ere. Ere For-Hiulene om noget lidet mindre end Bag-Hiulene, da kan deraf endnu en Fordeel haves i Henseende til Hestene, som trekke i dybe Veie og Hullei; men man maa desangaaende forst iagttage folgende.

§. 361.

Saasnart som Veien er ujevn, saa at Hiulene have bestandig at glide over Forhoininger, som *pq*, og at synke udi Huller; da er det altid fordeelagtigt, at Direktionen af Kraften ei er horizontal efter *a*D, men skiev paa Horizonten efter *a*G, dog altid saa, at Vinklen G*a*D ei er stor. Thi man seer let, at en horizontal Direktion stoder Hiulet lige imod Forhoiningen *pq*, imidlertid at en skiev Direktion efter *a*G lofter med den Deel af sin Kraft, der er som GD, og befordrer derfor Bevægelsen af Hiulene, saavel naar de falde i Huller, som naar de stode paa Forhoininger, der staae ud over den horizontale Linie.

Var Hiulet saa hoit som Hesten efter Bringen, og stodte tillige an paa en Modstand, saa hoi som Hiulets

Halv-

Halv-Diameter, da seer man let, at det af Hesten hverken ved Horizontal-Bevægelse, eller ved at loftes, kunde trekkes afsted. Folgelig bor For-Hiulets Halv-Diameter ei være perpendikulær paa *a*G. Thi synke Bag-Hiulene, og For-Hiulene staae paa fast Grund, blive Bag-Hiulene derved lavere, saa de maa ved For-Hiulene bevæges.

§. 362.

I øvrigt kan kortelig agtes, at jo tungere Vognene ere, desto meer kunne de ansees paa den Fod af sammensatte Machiner, og desto slettere ere de derfor altid i Henseende til deres Virkning. Thi at spende flere Heste for, gior ikke at Virkningen voxer i samme Forhold, som de bevægende Kræfter, af Aarsag; at de forreste sædvanlig trekke mindre end de nærmere Stangen, jo flere; desto uligere og desto mindre Virkning. Men Hoved-Sagen er, at naar Hiulene synke i Huller, Byrden, som skal lettes, og Friktionen blive overmaade store, imidlertid at de trekkende Kræfter ei kunne anvende uden en ringe Deel af deres Styrke.

§. 363.

For at forstaae dette desto bedre, ville vi igien forestille os et Hiul i A (Taf. XVI. Fig. 15.), over hvilket Kraften trekker efter den horizontale Direktion *ce*, og Tyngden efter den Vertikale *c*H, anseer man *a*R som en Hoide, over hvilken i *a* Hiulet ruller, da er *a* Bevægelsens Center

for Linien *ac*, saa at, naar Kraften efter *ec* skal over *a*R lette Byrden, der tynger efter *c*H, forholder sig Lasten til Kraften som *ab* : *ad*, eller som Cosinus af den Vinkel *ac*H, Lastens Direktion gior med *ac*, til Sinus af samme Vinkel. Kaldes denne Vinkel o, Lasten L, Kraften K, da forholder sig L : K = Cos. o : Sin. o, og $K = \frac{L.Sin.o}{Cos.o}$.

Hvoraf følger

1) At saa længe, som den Vinkel o er liden, behoves altid en meget liden Kraft for at løfte, siden da Cosinus o bliver i meget stor Forhold til Sin. o.

2) Men alt som Vinklen o bliver større, behoves større Kraft, alt i Forhold som Sinus voxe og Cosinus tage af. Da derfor, alt som Vinklerne o voxe, Sin. o faaer imod Cos. o større Forhold, end Vinklerne selv, saa blive de Kræfter, der under større Vinkler behoves, for at lette Tyngden af større Forhold, end Vinklerne o.

3) Synker Hiulet, saa den Vinkel o bliver 45°, da er Sin. o : Cos. o = 1 : 1, følgelig behoves en Kraft saa stor som Lasten, for at hæve. Siden under større Vinkler en, der er større end Lasten; indtil at endelig, naar Vinklen o bliver 90°, det er, naar Hiulet synker til Centret, den Kraft, der da behoves for at lette det, bliver $\frac{L}{o}$ eller uendelig stor, saa det da bliver Hestene ikke meer mueligt at løfte Tyngden.

4) Sam-

4) Sammenligner man videre til samme Høide aR større og mindre Hiul med hverandre, da om aR kaldes a, Halv-Diametern cH, R; bliver $R - a$ Cosinus til Vinklen o, hvoraf sees, at jo mindre R bliver, desto meer tager til samme Høide aR Cosinus af. Følgelig

a) Ere altid de mindre Hiul ulige vanskeligere at lette, end de større, siden de synke om flere Grader.

b) Denne Vanskelighed tager til i større Forhold, end den, hvori Høiderne ere, som de skulle lettes over.

c) Følgelig tager den og af i større Forhold end den, hvori at Høiderne formindskes, saa at Hiulet er i Begyndelsen ulige vanskeligere at lette, end siden, naar det først er løftet nogle Grader høiere op.

d) Alt for smaa Hiul i Veie med dybe Huller, ere til Hinder, siden de aldeles maa løftes, og naar de skulle bruges, maa endelig Tyngdens Center ligge ulige nærmere Bag-Hiulene end For-Hiulene, saa de ei ere tienlige uden i Veie, hvor de ei stode an paa Ujevnheder, der naae faa Grader op paa Hiulet.

e) Man seer deraf ligeledes, hvorfor Veiene ere tungere, naar Hiulene skiere dybt i, siden man altid kan ansee dette Tilfælde, som om Hiulene skulde løftes over en Høide som aR; ikke at tale om den Kraft, der desuden maa anvendes overalt for at splitte Dyndet.

f) I denne sidste Tilfælde er atter igien at agte, at jo smallere Hiulene ere i Ringen, desto dybere synke de, fordi en dobbelt bred Grund-Linie bæres af dobbelt saa me-

gen Modstand, som den der er ikke uden halv saa bred, og saa videre i Proportion.

§. 364.

Deraf forstaaes fuldkommen, hvad Fordeel der er ved at giøre For-Hiulene lidt mindre, end Bag-Hiulene. Den Linie, hvorefter Hestene trekke, faaer derved en skiev Direktion paa Horizonten, hvilken saa længe, som Inklinations-Vinklen ei er uden liden, forer i onde og ujevne Veie den Fordeel med sig, at Vognen kommer bedre afsted, fordi den kan lettes. Men da de meget smaa Hiul synke om mange Grader ned i smaa Huller, saa er det sienspnligt, at intet kan være meer ufordeelagtigt i Reise- og Arbeids-Vogne end smaa For-Hiul. Desuden forstaaer det sig selv, at, om hele Hestens Styrke i at trekke, som forestilles ved den skraae Linie aG, Fig. 14, oploses i aD parallel Horizonten, som trekker Vognen fort, og i den Vertikale Dg, som lofter, da bliver ved meget smaa For-Hiul DG anseelig stor imod aD, saa at den Deel af Vognens Tyngde, hvilken Hestene i dette Tilfælde maa bære og løfte, bliver anseelig stor. Folgelig maa de ved meget smaa For-Hiul snart udmattes, thi Friktionen bliver i Vognene, som for sagt, altid en meget ringe Deel af Tyngden selv.

§. 365.

Er derimod Vinklen GaD ikke uden liden, da er det saa langt fra, at den lille Deel af Byrden GD, som Hesten

sten idelig lofter, er til Skade, at den meget meer hielper Dyret i at trekke. Thi en Direktion under liden Inklinations-Vinkel, som G*a*D gior, at Hesten bedre kan læne sig med sin hele Tyngde imod Sele-Toiet, end om Direktionen var som *a*D parallel Horizonten, og vi have i det foregaaende erindret; at Dyrenes Styrke da er betydeligst, naar de virke mest ved deres Tyngde. Den lille Deel af Tyngden, som efter DG trykker Hesten ned imod Horizonten, gior, at denne gaaer desto stadigere, og kan endnu stærkere end for læne sig an imod Toiet, saa at, endog i jevne Veie, en imod Horizonten lidt inklinert Direktion af Trekning er (alt for Resten lige) altid fordeelagtigere, end den, der er parallel Horizonten. Erfaring stemmer heri overeens med Theorien.

§. 366.

Derimod sees, at den Fordeel, som man sædvanlig bilder sig ind at vinde ved de store Bag-Hiul, den nemlig, at de skulde kunde give For-Hiulene og den hele Vogn ved deres Større Hastighed Sving, eller befordre Bevægelsen op ad Bakken; denne Fordeel er ikke uden en Indbildning, som er uden al Grund. Thi Vinkel-Bevægelsen er størst i For-Hiulene udi samme Tid, og den virkelige Hastighed i For- og Bag-Hiul den samme. Man seer det samme uden vidtloftig Beviis og strax deraf, at saafremt store Bag-Hiul giorde Bevægelsen lettere, maatte de kunde giores saa store, at omsider en Vogn kunde gaae af sig selv. Ligeledes maatte, om dette var sandt, en Vogn med store

For-Hiul og smaa Bag-Hiul i sig være vanskeligere at bevæge, end en med smaa For-Hiul og store Bag-Hiul, hvilket dog er tvertimod al Erfaring, som viser, at de absolute Kræfter, hvilke i begge Tilfælde dertil udfordres, ere de samme.

Hvad Bevægelsen op ad Bakken angaaer, da kan den heller ikke derved, at Linien *nm* er en skraae Linie, blive befordret, thi Vertikalen fra Tyngdens Center CK beholder bestandig den samme Direktion, og Moien er ikke mindre, naar man vil slæbe en fast Ting af samme Tyngde op ad Bakken, saafremt at Linien *nm* ligger horizontal, end om den ligger skiev; thi Moien beroer alene paa Bakkens Forhoinings-Vinkel og Vegten af Tyngdens Center. I at trekke op efter en Bakke derimod er det en virkelig Fordeel for Dyret, som trekker, at Direktions-Linien *a*G er skraae; thi vi have for beviist §. 168, at den fordeelagtigste Direktion i at trekke Byrden op efter et Plan, er den, som er parallel Planet, men til denne Direktion nærmer sig en skraae Direktion, som *a*G, ulige meer end den horizontale *a*D.

§. 367.

Deraf sees 1) at alle Vogne bor læsses bag til, og ei for til; ei alene for at Byrden derved kan i sær komme til at ligge over de bagerste og storste Hiul, hvis Friktion er mindst, men tillige for at Hestene desto lettere kunde løfte og skyde For-Hiulene op af Huller eller andre Ujevnheder i Veiene.

2) Bliver i onde Veie en maadelig Kiorsel, og ikke en alt for langsom den fordeelagtigste for Hestene, af Aarsag,

sag; at jo langsommere Kiørselen er, desto dybere skiere Hiulene ind i Veien.

3) Angaaende Vogne med to Hiul, som Karrer, Karioler og andre. Da om de belæsses saaledes, at Tyngden ligger mest over de store Bag-Hiul, er det ikke en Feil af Betydenhed i disse Vogne, at Hesten maa bære en Deel af Byrden, efter hvad vi desangaaende allerede have sagt i §. 365. Men deres største Feil bestaaer deri, at naar Hiulene synke, saa et, saa det andet; stodes Hesten idelig af Vogn-Stængerne, og kastes, saa at sige, over paa Siden snart af den ene Stang, snart af den anden. Disse Vogne skiere desuden dybt ind i og forderve Veiene. Saa man betaler dyrt den Fordeel og Magelighed, let at kunde læsse disse Vogne, saaledes nemlig, som naar man betiener sig af inklinerte Planer. Ned efter Bakken ere de og ufordeelagtige, naar Læsset er tungt og kommer i Fart, da Hesten ikke er i Stand til at holde nok imod. Ellers kan man stille Farten ved at lade Hiulene slæbe, hvorved Friktionen formeres; til den Ende slaaer man en Jern-Kiede fast om Hiulet og Axlen, naar Veien falder ned over steile Bakker.

§. 368.

Det ovrige, som er at sige om Vognene, ville vi kortelig indbefatte under følgende Poster.

1) At Axlen nodvendig maa staae i Midt-Linien eller i Vognens Axel, fordi Vognen ellers fik en Bevægelse hen efter Siden, hvilken, om skulde forekommes, den Hest

da

da nødvendig fik mest at holde imod, paa hvis Side Vognen vilde skyde sig.

2) Hiulene maa være fuldkommen runde. Thi vare de ovale, eller om deres Runding gik i Bølger og Bugter, da var det virkelig for Hestene det samme, som om Veien var ujevn.

3) Det er af denne Aarsag i sær, at man legger Jern-Ringe omkring Hiulene, paa det at Ringen ved at slides ei skal blive ujevn og mindre rund.

4) Paa det at Hiulene desto bedre kunde lempe sig efter Veiene, i sær om de ere snart smallere, snart bredere, lader man dem være bevægelige, saa de kunde skyde sig lidt bedre ind eller ud over Axlen, til hvilken Ende man ei gior denne sidste cylindrisk, men konisk.

5) Man lader ikke gierne Hiulene, i sær ikke For-Hiulene, staae ganske parallele med hverandre, men man lader dem mestendeels løbe lidt ind ad imod hverandre for an, for derved at kunde vende Vognen i en desto mindre Cirkel, hvilket i en Mængde Tilfælde er høist fordeelagtigt. I sær da det Hiul, hvilket i Vendingen bevæges omkring det andet, som om sit Center, ved at vende ind ad imod dette Center, faaer derved en naturlig Direktion til at beskrive om det sin Cirkel, da Peripherien altid er huul ind ad imod Centret.

6) Men herved maa nødvendig iagttages, at Hiul-Axlens og Hiulets Center bør være et og det samme Punkt, eller i det mindste ikke uden meget lidet adskillig det ene fra det

det andet. Thi ellers skeer Bevægelsen endog i en glat Vei ikke om et frit Center, men Hiulet stodes med Magt ind imod Axlen, hvorved denne desto meer slides og Friktionen formeres; hvilket sidste endnu i dette Tilfælde skeer af en anden Aarsag, af den nemlig, at den Vegt-Stang, som Friktionen kommer til at virke paa i deslige ilde indrettede Hiul bliver altid større, end den burde være.

7) Endelig kan og agtes, at man ei legger Eegerne perpendikulær an paa Axlen, men lidt skraae, saa at Hiulene faaer en konisk Superfice, eller blive lidt hule ud ad. Man søger derved at styrke Hiulene, naar et af dem synker ned i Huller, da Eegernes Stilning bliver derved perpendikulærere paa Grunden i det sunkne Hiul, saa de vanskeligere brekkes. En Vogns Veltning hindres og derved noget.

§. 369.

I adskillige Tilfælde virker Friktionen i den Flade, som bevæges over en anden, ikke hele Fladen over paa en lige stor Vegt-Stang, men i hver Punkt paa en nye, større eller mindre; som naar (Taf. XVI. Fig. 11.) en konisk Tap B velter sig om i en huul Pande, hvis Dele overalt ligge an, og trykkes ind imod Panden af en Friktion perpendikulær paa Axlen BA. Trykningen maa da være den samme, hvad heller den er deelt over den hele Flade, eller om den ligger samlet i et Punkt, som er den hele koniske Taps Tyngdes Center. Men dette falder (§. 105 Mek. For.) om to Trediedele fra Keilens Spitse, derfor er og den dertil

Saa tidt som Rivningen virker paa ulige Halv-Diametrer, maa Middel-Halv-Diametern bestemmes.

svarende Halv-Diameter Friktionens Vegt-Stang, nemlig to Tredieele af Halv-Diametern i den koniske cirkulære Grund-Flade, eller i Basis af Keilen.

Ligeledes om en Cirkel bevæger sig i rund Bevægelse eller en Cylinder, som for Ex. en Molle-Steen; da er Friktionens Vegt-Stang i et hvert Punkt af den halve Cirkel Distancen fra Centret, men den hele Friktions fælles Halv-Diameter bliver af samme Aarsag, som for, de to Tredie-Dele af Cirklens Halv-Diameter (*).

Syt-

(*) Man kan bevise dette for de koniske Superficer paa selvsamme Maade, som for i Anmerkningen til §. 267 for de cirkulære. Thi er (Taf. XVI. Fig. 16.) ABC den retvinklede Triangel, som beskriver Keilen ved sin Omveltning. $AB = b$, $BC = b$, $AC = l$, $AE = x$, da er $ED = \frac{bx}{b}$, $Ee = dx$ og $dD = \frac{ldx}{b}$. Sættes Forholden af Halv-Diametern til Peripherien at være den af $r : p$, da bliver i alle Punkter som D, i den koniske Peripherie den ensdanne Friktions Moment $= \frac{pb^2l}{rb^3}x^2dx$, og Summen af alle disse Momenter over den hele ubestemte Peripherie, som svarer til Høiden x, bliver $\frac{1b^2l}{3rb^3}x^3 = \frac{2pb^2l}{2.3b^3.r}x^3$. Følgelig er Momentet af Peripherien, som svarer til Høiden $b = \frac{2pb^2l}{2.3.r}$. Men $\frac{p.bl}{2r}$ er den hele koniske Superfice, som svarer til Høiden b, hvilken den hele Friktion er proportionert, kaldes den F, bliver Momentet af Friktionen i alle koniske Tapper, som bevæges i Pander, $F.\frac{2}{3}b$.

Paa samme Maade kan Middel-Vegt-Stangen bestemmes for alle andre koniske Superficer, beskrevne for Ex. ved paraboliske Stykkers Omveltning, o. s. v.

Syttende Forelæsning.

Fortsættelse af det forrige, og om Strikkernes Modstand.

§. 370.

Det treffer ind i en Mængde Tilfælde i Machinerne, at den Kraft, som maa anvendes for at overvinde Lasten og Friktionen bliver alle Øieblik en anden, omtrent paa samme Maade som den, vi for have talt om i Haand-Vinden. Saa tidt det skeer, gior man altid vel i at udregne Kraften, hvorved man vil drive Machinerne, efter det den bor være, naar Last og Friktion begge ere paa det største, om man end enten ved Svinge-Lod eller paa andre Maader kunde indrette Machinen saaledes, at en noget mindre Kraft behovedes, naar Machinen først engang var sat udi Gang. Desuagtet ville vi dog desangaaende handle noget udførligere.

Rivningen bestemmes i Henseende til den ulige Bevægelse, som forekommer i Hiulenes Takker.

§. 371.

Det fornemmeste, som i denne Henseende kan forekomme, angaaer Hiulene, naar deres Takker tage i hverandre. Ere (Taf. XVI. Fig. 17.) C og D tvende deslige Hiul. Et Kam-Hiul for Ex., hvoraf den ene Takke er *ab*,

eller *a*E, som griber ind i Stokkene af en Drift, da er det klart, at i det disse Hiul veltes om, beskrive Takkerne, for de forlade hinanden, en Vinkel, som CED, hvorved Vegt-Stangen DE, som Pressionen virker paa i E, bliver lidet længere end i *ba*, saa den forandres hele Bevægelsen igiennem fra *ba* til E. Denne Forskiel i Vegt-Stængernes Længde er dog meget sielden af Betydenhed, derimod seer man let, at Direktionen paa Vegt-Stangen, som er perpendikulær i *ba*, bliver skiev paa samme udi E, hvilket sidste altid er vigtigt i Machinerne, fordi under disse adskillige Stilninger Kraften idelig maa blive anderledes og anderledes, for saavel at overvinde Trykningen hele Bevægelsen igiennem fra *ba* til E, som den deraf flydende Friktion.

§. 372.

Da Halv-Diametrerne af Hiulene ere, efter hvad vi forhen have beviist, intet andet end Vegt-Stænger, saa ville vi undersoge disse sidste i deres adskillige Stilninger, for noiere at overlegge det allerede sagte. Ere da (Taf. XVI. Fig. 18.) GB og AB to horizontale Vegtstænger, hvoraf GB har sit Bevægelses-Center i C, AB udi A, og en Pression i B forestilles ved den Perpendikel DB; da er Friktionen hen efter Stangen $= \frac{1}{3}BD = FB$, og den hele Kraft, der udgior lige saa meget som Friktion og Pressionen i B, begge tillige er Diagonalen EB, naar Kræfternes Parallelogram DEBF trekkes og fyldestgiores.

Saa-

Saafremt nu en Kraft G trekker perpendikulær paa den Vegt-Stangs-Arm GC, for at holde Ligevegt med EB efter den Direktion GK, da kan denne sidste ei staae Kraften efter GK imod uden alene med den Deel af sig selv, der er som DB, følgelig haver i denne Stilning Kraften intet andet end Trykningen i B alene at overvinde.

§. 373.

Bliver Stilningen af Vegt-Stængerne som i Fig. 19, men ellers alt som for, og Direktions-Linien af Trykningen DB, Friktionens derimod BF, siden den altid stryger hen efter Stangen. Kraftens Direktion efter GK ligeledes som for perpendikulær paa GC udi G, da er endnu, som tilforn, den hele forenede Kraft af Trykningen i B og af Friktionen EB; men for at finde den Deel af samme, hvilken Kraften efter den Direktion GK haver at overvinde, maa man kaste fra E Perpendiklen EH ned paa GBH, da Kraften efter GK maa holde Ligevegt med en Kraft som EH.

Da i Trianglet EBF af EB og FB givne, og af den rette Vinkel ved F de to ovrige Vinkler EBF og FEB ere givne; Til hvad Størrelse man da end vil antage Vinklen FBG, er Vinklen EBG dog altid bekiendt, men EH forholder sig som Sinus EBG, EB som den hele Sinus, følgelig kan af denne saaledes givne Forhold Kraften i G altid findes, siden den bliver $\frac{EH.BC}{GC}$.

§. 374.

Siden Kraften saaledes idelig voxer, kommer det særdeles an paa at finde den Stilning, hvori den bør være størst, hvortil udfordres, at den Vinkel FBC maa søges, til hvilken Sinus EBC eller EH bliver størst. Men EH er størst, naar den er Sin. 90°; følgelig kommer alt an paa at bestemme, hvad Vinklen FBC bliver i dette Tilfælde.

Vi sagde nylig, at Vinklerne EBF og FEB vare givne, deraf nemlig, at FE Sinus skulde forholde sig til FB Cosinus som 3 : 1. Kalder man Sinus af Vinken EBF x, den hele Sinus $= 1$, bliver Cosinus $= \sqrt{1-xx}$, og $3:1 = x:\sqrt{1-xx}$, eller $9:1 = xx:1-xx$. Følgelig $10:9$, $1:xx$, saa $x = \sqrt{\frac{9}{10}}$; hvoraf, naar Quadrat-Roden trekkes ud, faaes noget nesten $x = \frac{30000}{31622}$, som forandret til Decimal-Brok, hvis Nævnere nemlig bestandig voxe i den sammensatte Forhold 1 : 10, giver $x = 9486$ noget nesten; hvortil svarer 71° 33′, eller (hvilket her kommer ud paa det samme $71\frac{1}{2}°$). Saa at derfor Vinklen EBF $= 71\frac{1}{2}°$, følgelig og Vinklen FBC $=$ FEB $= 18\frac{1}{2}°$, naar EH er størst.

§. 375.

Videre: I den Tilfælde, da EBC er en ret Vinkel, og L den største Kraft maa anvendes, falder EH over EB, og Pressionen, som DB, bliver proportionert Sinus DEB $=$ Sin. EBF $=$ Sin. $71\frac{1}{2}°$, og Kraften over en ligesaa lang Vegt-Stang bliver EB, eller som Sin. totus. Saaledes forholder

holder sig Trykningen i B til den største Kraft, der maa anvendes for at overvinde baade den og dens Friktion, = 9486 : 10000, hvilket er paa meget lidet nær den Forhold af 18:19. Den Kraft derfor, som udfordres i det høieste til at overvinde baade Trykningen og Pressionen, om CG = CB, og Trykningen i B = T, beløber $\frac{19}{18}$T. Om Vegt-Stangen er i Almindelighed CG; da er den $\frac{19}{18}$T.$\frac{GC}{CB}$.

§. 376.

Det, som bestemmer alt i disse Betragtninger, er alene Kraftens Størrelse og Direktion i B, tilligemed Vinkel-Bevægelsen af Vegtstængerne. Deraf følger, at det kommer paa et ud, hvorledes Centrerne C og A ere stillede imod hverandre, hvad heller at de ligge over en og den samme horizontale Linie, eller ikke.

§. 377.

For videre at see, i hvad Tilfælde at Kraften haver intet andet end Friktionen alene at overvinde; kan man forestille sig, at Stængerne AB og BC stode til en ret Vinkel over hverandre: Hele Trykningen efter DB maatte da blive anvendt alene paa at trykke Stangen BC ind imod Centret, saa Kraften efter GK havde alene at overvinde den Modstand efter FB, som kommer af Stængernes Rivning.

Men uagtet, at Kraften saa meget kan formindskes under, hvad vi have seet §. 375, at den maatte være, naar

den

den var i sit Største; saa gior man dog altid vel i at giore Beregningen efter denne sidste Tilfælde, hvilket vi og have erindret i det forrige.

§. 378.

Ligeledes i Hensende til Løftningen, naar Vegtstængerne idelig forandres.

I Tilfælde, hvor det kan være af Betydenhed at see paa Forskiellen af Vegtstængernes Længde fra Løftningens Begyndelse til Enden, skiont det sielden falder for; da om (Taf. XVI. Fig. 11.) AB er et vertikal Træe, hvilket vi ville sætte Kraften begyndte at løfte udi R, og endte Løftningen i K, og over GK er Lastens Vegt-Stang, bliver dens Trykning af denne ene Aarsag i K større. Men er i Q Vinklen KQP $18\frac{1}{2}^{\circ}$ formindskes den i K af denne anden Aarsag. Da man altid bør indrette Kraften efter den største Modstand, som skal overvindes, saa bestemmer man den allerletteste ved at undersøge den baade til den Vegtstangs-Arm eller det Stykke af KG, QG for Ex., hvor KQP er $18\frac{1}{2}^{\circ}$, hvad den bør være efter §. 375, saa og til den Vegt-Stangs-Arm GK i K, for at sammenligne begge, og beholde den største; skiont man i Machinerne sielden behøver at see paa en saa noie Udregning.

§. 379.

Rivningens Bestemmelse, naar Takkerne af flere Hiul gribe i hverandre, saavelsom Kraf-

Ere Taf. VI. Fig. 2.) A, B, C flere Hiul, som med deres Takker gribe ind i hverandre, imidlertid at Tyngden, som skal løftes, eller den Modstand, som skal bevæges, = T, virker paa den Vegt-Stang *ka*. Da om

1) Disse

1) Disse Hiul, som satte i hverandre, ere to, nemlig A og E, hvis Takker rive sig over hverandre udi *b*, imidlertid at Kraften staaer med Tyngden og Friktionen i *b* udi Ligevegt, og holder imod i det Punkt *e*, saa bliver, om Kraften kaldes K, Tyngden T, $K = \frac{19}{18} T . \frac{aK . cb}{ab . ce}$. Hvoraf Kraften findes.

tens; deraf vises, at Hiulene ikke ere de fordeelagtigste Machiner.

Ligeledes bliver Lasten $T = \frac{18}{19} K . \frac{ab . ce}{aK . cb}$, hvoraf Lasten kan bestemmes.

2) Ere Hiulene 3, saa at Takkerne paa samme Maade som for gribe to Gange i hverandre, i *e* ydermere nemlig, imidlertid at Kraften virker udi *g*. Da er efter det nylig sagte Lasten udi $e = \frac{19}{18} T . \frac{aK . cb}{ab . ce}$, hvilken vi vilde kalde L; saa at Kraften i *g*, om ingen Rivning var paa Takkerne, udi *e* belob sig til $\frac{L . ef}{gf}$, hvilken for Friktionens Skyld belober sig til $\frac{19}{18} L . \frac{ef}{gf} = (\frac{19}{18})^2 T . \frac{aK . cb . ef}{ab . ce . gf}$.

3) Dersom saaledes, naar flere Hiul gribe i hverandre, Lasten betragtes paa samme Maade som for, først at virke paa et af Hiulene, og man søger den med Lasten i Ligevegt staaende Kraft, men betragter denne strax derpaa som en Last, der virker paa det nestfølgende Hiul, og farer saaledes fort i Henseende til alle Hiulene. Videre, om man da kalder det udkommende af alle de Vegt-Stænger som Lasten, eller, om man vil, Lasterne virke paa hele Machinen igiennem A; det udkommende af alle Vegt-Stænger, som

Kraften virker paa B, og Antallet af de Stæder, hvor Takkerne af Hiulene gribe i hverandre, kaldes n, da bliver paa det sidste af Hiulene $K = (\frac{12}{18})^n T.\frac{A}{B}$.

Ligeledes faaer man for at bestemme Lasten $T = (\frac{18}{12})^n K.\frac{B}{A}$.

Dersom man bestemmer Halv-Diametrerne af Hiulene saaledes, at Kraften ingen Fordeel haver i Henseende til Lasten formedelst Machinens Indretning, da bliver $A = B$, og saaledes den Kraft, der i alt maa anvendes, $= (\frac{12}{18})^n T$. Hvoraf sees, at da Tælleren voxer efter Forskiellene af de høiere Digniteter af disse Tall imod Nævneren, saa voxer og den Kraft, der tabes alene over Takkernes Friktion i Hiulene, altid i større Proportion end Hiulenes Antal; hvoraf følger

1) At Machiner med Hiul, endskiønt at de ere tidt og ofte høist nødvendige, dog ikke ere de fordeelagtigste, fordi de have dobbelt Friktion ei alene i Tapperne af Axlerne, men tillige, som vi nylig have viist, hvor Takkerne tage i hverandre.

2) At siden Friktionen voxer i større Forhold end Hiulenes Antal, ere altid de simpleste af disse Machiner de beste. Hvorfor man gior bestandig vel i, naar Byrden kan deles over flere simplere Machiner, uden andre anseelige Ulæiligheder, da heller at indrette sig paa denne Maade, end at betiene sig af en Mængde sammensatte Hiul i et eneste Verk.

§. 380.

§. 380.

Tou-Verkets Modstand er i Machin-Væsenet betydelig.

Saa tidt som man i Machine-Væsenet bør betiene sig af Tou og Strikker, moder en nye Uleilighed, den nemlig, at disse sidste forvolde en anseelig Modstand, saa tidt som de skulle vikle sig om Axler eller Tridser, eller i Almindelighed bevæges hen over andre Dele af Machinen. Deres Rivning er størst, om de vikle og bevæge sig over sig selv, saa man maa stræbe saa meget som mueligt, at forekomme dette sidste; allermest, da den Halv-Diameter, som Tyngden faaer at virke paa, derved bliver større.

§. 381.

Men i sær den Modstand, som kommer af Touverkets Stivhed og Ubøielighed, hvilken i det følgende bestemmes.

For at forstaae Touverkets og Strikkernes Friktion, tillige med den hele Modstand, som de foraarsage i Machinerne, maa agtes; at samme kommer ei alene af de Aarsager, som vi forhen have betragtet, af Delenes vanskelige Bevægelse over hinanden, hvilken de have tilfælles med andre Stykker af Machinerne, men saa tidt de skulle vikle sig om Cylindrer eller Tridser, kommer den og af denne anden Aarsag, at ingen Strikke, intet Tou er fuldkommen bøieligt; men saa snart som det skal antage en Slags Krumning, staaer det samme imod saaledes, at jo tykkere det selv er, jo mindre Cirkler det skal bøies ind over, og jo stærkere det er spendt, desto mindre giver det efter, og desto vanskeligere lader det sig behandle. Denne sidste Strikkernes Modstand er ei egentlig Friktion, skiønt den kan ansees paa samme Fod.

§. 382.

Strikker spendes overalt lige stærk.

Hvad de Kræfter angaaer, hvormed Strikkerne spendes, kan først agtes, at naar en Tyngde henger i den ene Ende af en Strikke, som er festet fast i den anden, da maa alle Strikkens Oversnit spendes lige stærk, altid nemlig af den Kraft, som Strikken maa holde, og følgelig altid i Forhold af de spendende Kræfter. Er derfor den Tyngde eller Kraft, der spender Strikken, dobbelt, bliver og den Kraft, som enhver af disse Snit holder imod med, ligeledes dobbelt, o. s. v.

§. 383.

De Kræfter, som bøie Strikker ind over Cirkler, ere somCirklernes Halv-Diameter forkeert.

Man veed af Geometrien, at Cirklernes Krumninger (Curvedines) tage til i samme Forhold, i hvilken deres Halv-Diametrer tage af. Deraf følger, at naar Strikker skulde bevæges til at falde ind over større eller mindre Cirkler, blive Rummene, igiennem hvilke at Bevægelsen skal skee, altid i forkeert Forhold af de vedkommende Cirklers Halv-Diametrer. Da derfor de bevægende Kræfter atter igien ere i Forhold af disse Rum, siden til en dobbelt Virkning af samme Slags udfordres dobbelte Kræfter, til en tredobbelt tredobbelte o. s. v., saa følger; at de Kræfter, der udfordres for at bevæge Strikker, til at falde ind over Tridser, Cylindrer eller hvad Slags Cirkler det er, forholde sig forkeert som de Cirklers Halv-Diametrer, de bøies ind over.

§. 384.

§. 384.

Hvad Strikkernes Tykkelse angaaer, da seer man strax, at om Cylindren og Tyngden, der spender Strikken, blive de samme, maa denne sidstes Modstand være i Forhold af Tykkelsen simpel hen tagen. Og de ere som Tykkelserne lige frem.

Tykkelsen eller Diametren bliver en Vegt-Stang, over hvilken Stivningen staaer den Kraft imod, som vil boie Strikken, saa at derfor Modstanden, der kommer af denne Vegt-Stang, voxer i Forhold af Strikkens Tykkelse, det er, i Forhold af Diametern. Thi man seer strax, at Middel-Vegt-Stængerne, hvorpaa Strikkernes Modstand virker, ere de hele Vegt-Stænger proportionerte.

§. 385.

I Henseende til den anden af disse Love haver man ei været fuldkommen enig. Mr. Amontons, som af alle er den første, derover haver skrevet (*), haver ikke tordt antage som almindelig sandt, at Strikkernes Modstand var som Diametrerne af Cylindrerne forkeert, uagtet at det saa klart flyder af de geometriske og mekaniske Grunde. Han er deri bleven fulgt simpel hen af Mr. Nollet (**) og andre, hvilke ligeledes have holdt denne Forhold for urigtig. Ventelig maa denne Vanskelighed reise sig af en eller anden Hendelse, som kan have stodt til under Forsøget, for

(*) Pariser *Memoires* for Aar 1699.

(**) *Leçons de Physique* Tom. 3. IX. Leçon.

Exempel, at en Strikke ei haver været saa boielig paa et Sted, som det andet, thi de beste og med størst Flid giorte Forsog over denne Sag, de nemlig, som vi have af Mr. Desaguliers (*) stemme fuldkommen ind med de geometriske og mekaniske Grunde, hvorfor jeg og vil anfore dem her, siden Sagen er bleven giort stridig og er tillige af Vigtighed.

Forsøg giorte over Friktionen.

Tyngdernes Størrelse, som stive Strikkerne under Forsøget	Tyngder, som behovedes for at bøie Strikkerne over Cylindrer, hvis Tykkelser vare			Strikkernes Tykkelser i tiende Dele af en Tomme.
	½ Tomme.	1 Tomme.	3 Tomme.	
60 Pd.	225 Lod	112 Lod	75 Lod	0. 5
	90 =	45 =	30 =	0. 2
	45 =	22½ =	15 =	0. 1
40 Pd.	150 Lod	75 Lod	50 Lod	0. 5
	60 =	30 =	20 =	0. 2
	30 =	15 =	10 =	0. 1
20 Pd.	75 Lod	37½ Lod	25 Lod	0. 5
	30 =	15 =	10 =	0. 2
	15 =	7½ =	*	0. 1

Hvoraf sees, at da Diametrerne forholdt sig som 1, 2, 3, vare Tyngderne, som behovedes for at spende Strikkerne 225, 112, 75 i de første Forsog; som 150, 75, 50 i det andet, og som 75, 37½ og 25 i det tredie Forsog, følgelig altid i forkeert Forhold af Diametrerne af Cylindrene.

Man

(*) *a Course of Experimental Philosophie*, Vol. I. Lect. 4.

Man seer ligeledes, uden at jeg haver nødig derover at være vidtløftig, hvorledes de øvrige Forhold i Henseende til Tykkelsen af Strikkerne og de Kræfter, hvormed disse spendes, fuldkommen treffe ind med Reglerne.

§. 386.

Maaden, hvorpaa disse Forsøg giøres, er følgende: (Taf. XVI. Fig. 20.) A er et fast, B er et frithengende Bræt, til hvilke udi *i*, *k*, *l*, *m* ere festede to Strikker, DC er en Cylinder, som Strikken er slagen engang om udi *g*, og ligeledes udi *h*, hvoraf man seer, at Cylindren, for at bevæge sig, haver den Modstand at overvinde, som kommer af Strikkernes Uboielighed og Stivhed. J E er et ganske boieligt Baand, slaget om Cylindren; det maa være overmaade boieligt, paa det at dets Modstand ikke skal giøre Forsøget urigtigt, siden den Deel af Tyngden, der maatte anvendes for at overvinde dets Modstand, ellers maatte regnes fra. J F henger ved dette Baand enten en Pose eller en liden Vegt, paa hvilken Tyngder kan legges. Over B legges en Tyngde i N. Maade at bestemme Strikkernes Stivhed ved Forsøg.

Denne sidste Tyngde stiver Strikkerne, saa deres Stivhed altid vorer i Forhold af den, eftersom meer eller mindre Lod legges paa udi B, derved spendes Strikkerne udi *g* og *h* paa Cylindren CD, og den Kraft, som behoves for at overvinde Strikkernes Uboielighed eller Modstand, bliver, som man let seer, saa stor som den Tyngde, der maa legges i F, for at give Cylindren en fast ukiendelig Bevægelse.

§. 387.

§. 387.

Udregningen af Strikkernes Modstand i enkelte Tilfælde oplyses.

Man seer deraf, at intet videre behoves for at udregne de Kræfter, hvilke i alle givne Tilfælde behoves for at overvinde Strikkernes Stivning over Tridser og Cylindrer, end alene at foie til de forhen givne Regler et eneste Forsog, hvorved i et af de simpleste Tilfælde den absolute Storrelse af Kræfter bliver bekiendtgiort, som behoves til at overvinde Strikkernes Stivning. Det bequemmeste er det, hvor det første Leed i Forholden = 1, og derfor anseer man som et Hoved-Forsog i disse Henseende; at man behover en Tyngde af 1 Lod til at overvinde Strikkernes Stivning, i Fald at de holde 1 Linie i Diameter, blive spendte af 1 Pd. Tyngde, og ere engang slagne om en Cylinder af 1 Tomme i Diameter; Dette forudsat, er intet lettere end at giore Udregningen for alle andre Tilfælde.

Første Exempel for Cylindrerne. Saafremt et Tou af 10 Liniers Diameter er slagen om en Cylinder 30 Tomme tyk, og den Tyngde, som stiver eller spender Touet, er 500 Pd., men man vil vide, hvad Kraft der behoves for at overvinde Touets Modstand. Da maa agtes, at i det Hoved-Forsog, som vi nylig anforte, virkede Kraften paa hele Cylindrens Diameter, saa man alene haver at slutte af den sammensatte Forhold saaledes,

Strikker-

Strikkernes Diametrer ere 1 Linie og 10 Linier.
De Tyngder, som stive dem 1 Pund og 500 Pund.
Cylindrernes Diametrer
forkeert tagne ere = 30 Tomme og 1 Tomme.

Saa de sammensatte Forhold blive 30 —— og 5000.

Folgelig bliver 30 — 1 Lod = 5000 til $166\frac{2}{3}$ Lod, eller $5\frac{5}{8}$ Pund, som er den Kraft, der maa anvendes for at overvinde Strikkens Stivning.

Andet Exempel. Ligesom i Cylindrerne Kraften virker paa den hele Diameter, hvilket man let indseer ved at iagttage Maaden, hvorpaa Hoved-Forsøget blev giort; saa er det klart, at den i Tridserne derimod ei virker uden paa Halv-Diametern, hvorfor den heller ikke paa forrige Maade findes uden i Henseende til sin halve Deel; imidlertid kan man dog altid paa denne Maade giore Udregningen, og siden tage det udkommende dobbelt, for at finde den Kraft, der behoves for at overvinde Strikkens Stivning over en Tridse. Som om Tridsens Diameter var 8 Tomme, Strikkens 10 Linier, og den Tyngde, af hvilken den blev stivet, 240 Pd. da var den sammensatte Forhold 1. 1. 8 : 10. 1. 240, eller = 8 : 2400 = 1 : 300, saa den Vegt, der behovedes, naar samme virkede paa den hele Diameter, blev 300 Lod eller $9\frac{3}{8}$ Pd., men da samme i Tridsen ikke virker uden paa Halv-Diametern, belober den $18\frac{3}{4}$ Pund.

Saafremt Tridsens Diameter ikke havde været uden 2 Tommer, da havde man faaet den sammensatte Forhold af

2 : 2400, eller af 1 til 1200, saa at den Kraft, der da behovedes til at overvinde Strikkens Stivning, belob sig mestendeels til 75 Pund.

§. 388.

Smaa Tridser ere i Brugen ei altid de tienligste.

Man seer af disse sidste Exempler, at der er en anseelig Forskiel imellem de Kræfter, der behoves for at stive Strikkerne, naar man bruger smaa Tridser, imod, naar man bruger store; saa det aldeles ingen Fordeel er i Machinerne, at betiene sig af de forste, da vi forhen have beviist, at alle de Kræfter, som anvendes i Machinerne paa at overvinde dette Slags Modstand, ere et pyr Tab, da derimod intet virkeligt tabes derved, at Halv-Diametrerne af Tridserne forandres og blive storre.

Jeg haver i det foregaaende sagt, at de Blokke af Tridser ere tienligere, hvor Tridserne sidde jevnsides hos hverandre, end de, i hvilke de sidde over hinanden. Man seer det samme her igien, skiont af en anden Aarsag, deraf nemlig, at i de forste alle Tridserne kunne giores lige store, da derimod i de sidste de underste altid ere ulige mindre end de overste, og om Strikkerne skulle vare parallele altid efter dobbelte Diametrer, som for er bleven viist.

§. 389.

Man maa i Machin-Væsenet betiene sig af saa smalle Strikker, som mueligt.

Ligeledes maa agtes, at det er af anseelig Betydenhed i Henseende til meer eller mindre Tab af Kræfter i Machin-Væsenet, at man ei bruger storre eller tykkere Stykker,

ker, end fornoden giores, da Tabet i Kræfterne, alt for Resten lige, altid staaer simpel hen i Forhold med det, hvad Strikkerne ere tykkere, end fornoden giores. Saa det er af Betydenhed at undersøge de Love, efter hvilke Strikkernes Styrke kan udregnes.

§. 390.

Strikkernes Rivning over Kanter og Cirkel-Peripherier bestemmes.

Efter at have betragtet den Modstand, som kommer af Strikkernes Stivhed er endnu deres egentlige Friktion tilbage. Saa tidt da, som de spendes og tvinges af Tyngder, have de en anseelig Rivning over alle Kanter og over alle krumme Flader, men ikke over de platte. Thi er (Taf. XVI. Fig. 21.) CAE en Vinkel, og over samme er lagt en Strikke CAE, spendt af to Tyngder F og G, og Stivningen, som kommer af F = CA; da om den oploses i de to perpendikulære CD og DA, bliver CD som Sin. DAC; saafremt da DAC = o, hvilket skeer, om AC bliver en horizontal Flade, er og DC = o, saa at Tyngden F i dette Tilfælde alene søger at trekke Strikken hen efter den horizontale Flade, uden at trykke den ned imod samme, følgelig haver en saadan Strikke over en Flade simpel hen ingen anden Friktion end den, som kommer blot og alene af dens Tyngde, og som er den derfor tilfælles med alle andre Ting, der bevæges over hinanden.

§. 391.

Dersom derimod Strikken tvinges af lige store Tyngder udi F og G ned imod Kanten af en Vinkel CAE, da

er den hele Trykning imod Vinklens Kant udi A = 2AB, saa at derfor en af Tyngderne forholdt sig til den hele Trykning udi A, som AC: 2AB, som den hele Sinus til den dobbelte Sinus af Vinklen DAC, om nemlig CAB = BAE.

§. 392.

Angaaende Rivningen over Cylindrer, da seer man strax (*), at om Strikken spendes med den Kraft T over en

(*) For at bestemme, hvad Strikkens Stivning bliver i et hvert Punkt over Cylindern, følgelig og for at kunde fastsætte den Kraft, som behøves til at holde Tyngden Ligevegt, naar Kraften hielpes i at holde imod af Friktionen, kan følgende agtes.

Er ABC en Cylinder, som før Taf. XVI. Fig. 22, da, efterdi Strikkens Stivning er størst i A, og tager siden idelig af, fordi den Kraft, der behøves til at holde imod udi *d* er ulige ringere end den, der behøves i A, thi Friktionen over den hule Bue A*d* hielper den til at holde; saa maa Friktionen tage til alt som Buen voxer. Følgelig maa det, hvad Strikkens Stivning tager af over den uendelig liden Bue *de*, være proportionert *de*. Sættes Begyndelsen af Rivningen at være udi A og Buen A*d* = *x*, den ubestemte Stivning i *d* S, da bliver det Stivningen tager af over *de* = — *d*S, og — *d*S derfor proportionert *dx*. Men da over enhver uendelig liden Bue, som *de*, det Strikken taber i Stivning og er proportionert Stivningen selv i *de* eller S, saa at, naar denne er dobbelt, bliver Tabet og dobbelt, maa — *d*S være proportionert S*dx*, og naar *n* er en uforanderlig Størrelse, fordi alt det Foranderlige allerede er indviklet i Forholden, bliver — *n*d S = S*dx*.

Følgelig bliver $-\frac{n\mathrm{d}S}{S} = dx$, og $-n\mathrm{L}S = x$, om ved L. S forstaaes den hyperbolske Logarithmus af S.

For

en given Cylinder, ABCD, (Taf. XVI. Fig. 22.) bliver Friktionen hen over Cylindrens Peripherie alt større og større, saa naar Strikken gaaer omkring en given Bue A*d*, og en Kraft holder imod i *d*, da for at holde Ligevegt med T, bør den være mindre end T, fordi Kraften i *d* hielpes

For at bestemme n maa videre agtes; at efterdi dens Størrelse er i alle Tilfælde ens, haver man alene nødig at undersøge ved Forsøg, hvad den bliver i et eneste. Til den Ende maa Integralet først fyldestgiøres derved, at naar $x = 0$, bør det være $= 0$, men siden det, om Tyngden i $T = T$, da er $- nLT$, saa bliver det fulde Integral $nLT - nLS = x$, og $nL\frac{T}{S} = x$, i hvilken Lighed n kan bestemmes af den Tyngde, som man haver fundet ved giorte Forsøg at være en vis Deel af Tyngden, der med samme holder Ligevegt, naar Snoren gaaer over en vis Bue, for Ex. over en Quart-Cirkel. Kaldes denne Tyngde T', og Quart-Peripherien P, da bliver $L\frac{T}{T'} = \frac{P}{n}$ og $n = \frac{P}{L\frac{T}{T'}}$.

Fordi $L\frac{T}{S} = \frac{x}{n}$; kaldes da det Tal c i den hyperbolske Logarithmik, hvis Logarithmus $= 1$, saa bliver $\frac{T}{S} = c^{\frac{x}{n}}$ og $S = \frac{T}{c^{\frac{x}{n}}} = \frac{T}{c^{x.\frac{L\frac{T}{T}}{P}}}$, hvoraf Stivningen bestemmes, som svarer til den Bue x, naar Tyngden er T. Følgelig, da denne Stivning er af samme Størrelse som Kraften, findes derved ligeledes denne sidste.

Fordi

af den hele Friktion over Ad. Man bestemmer denne Kraft ved at iagttage den, som behøves til at holde Ligevegt med T over en vis given Bue, for Exempel over en Quadrant. Kaldes denne sidste T′, da bliver Kraften i d, som svarer til den Bue zP (naar ved P forstaaes en Quadrant af Cirkelen) $= \frac{T')^z}{T^{(z-1)}}$.

Hvoraf

Fordi $e^{L\frac{T}{T'}} = \frac{T}{T'}$. Sættes da $x = z$P, saa at z betyder en foranderlig Størrelse; bliver den Kraft, med hvilken at Strikken skal spendes, for at holde Ligevegt med Tyngden T over den Bue x, $= \frac{T.T')^z}{T^z} = K = \frac{T')^z}{T^{(z-1)}}$. Hvoraf sees, at om Buerne gaae i arithmetisk Proportion, for Exempel, om den første er en Quart-Cirkel, og den Kraft, der i samme holder Ligevegt med Lasten T, er T′ efter Hypothesen. Da blive de Kræfter, som udfordres over samme Cylinder, naar Snoren gaaer om en halv, tre Quart, en heel Cirkel, og saa videre.

$z = 1.$	2.	3.	4.	5. o. s. v.
$K = T'.$	$\frac{T')^2}{T}.$	$\frac{T')^3}{T^2}.$	$\frac{T')^4}{T^3}.$	$\frac{T')^5}{T^4}.$

Hvoraf sees, at disse Kræfter gaae i en bestandig geometrisk Proportion, hvis første Leed bestaae af den virkelige Kraft, hvormed Strikken stives i Begyndelsen, og den forkeert tagen, som kan holde Ligevegt med samme over en Quadrant af Cylindren.

I Almindelighed for enhver anden Bue behøves alene at søge dens Forhold til en Quadrant, for Ex. om en Snor gaaer to hele Gange

og

Hvoraf følger,

1) At om Buerne ere i arithmetisk Proportion, een, to, tre Quadranter, og saa videre, da gaae de til dem svarende Kræfter i en geometrisk Proportion, hvis første Forhold er den af Tyngden, som spender Strikken, til denne og den Tyngde forkeert, der holder Ligevegt med samme over Quadranten af Cirklen.

2) At denne Rivning er den samme, saavel over større som mindre Cylindrer.

3) At da saaledes over Cylindrerne Kræfterne, som skulle holde Ligevegt med Tyngden, idelig tage af i en geometrisk Forhold, hvis andet Leed er anseelig lidet imod det første, saa er det ikke at undre, at man ved Hielp af en Snor, som er slagen nogle Gange om en Cylinder, kan med en eneste Haand holde overmaade store og fast utroelige Byrder.

Atten-

---

og 30° til om en Cylinder, da bliver $z = \frac{13}{3}$ og $K = \frac{T^{\frac{13}{3}}}{T^{\frac{11}{3}}}$.

Da i alt dette Halv-Diametren af Cirklen ikke kommer i Betragtning, men alene Forholden til Quadranten af den Bue, om hvilken Strikken gaaer, saa sees deraf, at de Kræfter, som holde imod, følgelig og Rivningerne, maa over større og mindre Cirkler uforandret blive de samme, saa længe som Tyngden T er den samme.

Attende Forelæsning.

Om Maaden, at udregne Nivningen udi Machinerne i enkelte Tilfælde.

§. 393.

Udregning af Løfte-Machinen Taf. XII. Fig. 3.

Efter at have forklart de enkelte Regler for Nivningen i de fornemmeste almindelige Tilfælde, have vi endnu tilbage kortelig i nogle Exempler at vise, hvorledes Udregningen i Machinerne i enkelte Tilfælde bor giores. Til hvilken Ende vi først ville foretage Løfte-Machinen (Taf. XII. Fig. 3.). I samme forekommer to enkelte Machiner, nemlig Tridse-Verket og Vinden. Begyndelsen af Udregningen bor skee i den enkelte Machine, som er Lasten nærmest. Kaldes derfor den Tyngde T, som besværer Tridse-Verket B, og som Kraften skal løfte, da om i Tridse-Verket ere bærende og parallele Strikker i det Antal m, bliver Strikkernes Stivning $\frac{T}{m}$, hvilket og er den Kraft, hvormed skulde holdes imod efter ef, om ingen Nivning var i Tridsernes Axler; Men da i enhver af Tridserne Centrets Pression er to Gange Strikkens Stivning (§. 158. 2.), saa bliver i enhver af Tridserne Nivningen $\frac{2T}{3m}$ (§. 297.); og om Tridsernes Antal $= n$,

bliver

bliver den hele absolute Rivning $= \frac{2nT}{3m}$. Eller om Kraftens og Rivningens Vegt-Stænger vare lige store, blev Rivningens Modstand $\frac{nT}{m}$, §. 320.

Men om Diametern i enhver af Tridsernes lige store Axler kaldes d, i de lige store Tridser selv D, da bliver den af Rivningen foraarsagede Modstand $= \frac{ndT}{mD}$, saa at derfor den Kraft efter ef, hvilken skal staae i Ligevegt baade med Lasten selv og med Rivningen, bor være $= \frac{T}{m} + \frac{ndT}{mD}$, hvilket vi ville sætte $= K$.

Saasnart som denne Kraft er bekiendt, kan den Modstand, som Strikkernes Stivning forvolder, bestemmes, §. 351, naar de nemlig skulle boies omkring Tridserne. Den bliver $\frac{2Kt}{D}$, om Tridsens Tykkelse kaldes t; og i n Tridser $\frac{2nKt}{D}$, saa den hele Kraft efter ef af denne Aarsag belober sig til $K + \frac{2nKt}{D}$. Da ved den Kraft $\frac{2nKt}{D}$ Strikken igien stærkere stives, saa formeres derved saavel Rivningen i Tridsernes Axler, som Modstanden af Touet, der skal boies; De fleste Tider er det ubetydeligt, derpaa at være opmerksom; saa tidt det derimod behoves, kunne Beregningerne saavel over Rivningens, som Strikkernes Stivning, af den givne Kraftens Formering atter igien paa den nylig sagte Maade beregnes.

Naar saaledes den hele Kraft, som stiver Strikken, er fundet, og samme kaldes L, da er tillige Pressionen paa Bommen af Vinden bekiendt, hvilken i *b* og *c* ved Vegt-Stængerne skal overvindes. Af dem er det nok at betragte Vegt-Stangens Bevægelse i *a*. Antages Kraften, hele Svinget igiennem, paa den at virke perpendikulær, og Axlens Halv-Diameter er *a*, Vegt-Stangens Længde er *b*, da bliver den Kraft, som i *b* efter de statiske Regler simpel hen skulde anvendes, for at overvinde Pressionen af Strikken $ef = (aL) : b$. Men denne Kraft maa formeres, deels for at kunde overvinde Strikkens Stivning udi *f*, deels og for Rivningens Skyld i de Huller, udi hvilke Axlen af Vinden veltes om.

Den Kraft, som maa legges til $(aL) : b$ udi *b*, for at overvinde Strikkens Stivning, seer man strax af det nylig sagte, belober sig til den, der over en Vegt-Stang *b* kan overvinde den Last $Lt : 2a$, naar samme virker paa den Vegt-Stang *a*, saa den hele Kraft udi *b* derfor bliver $(Lt) : 2b + aL : b$. Bommens Tappers hele Trykning er derfor $L + (Lt) : 2b + (aL) : b$, og om Kraften virkede paa den samme Vegt-Stang, som Rivningen, nemlig paa Halv-Diametern af Bommens Tap, som vi ville kalde *f*, da blev Kraften det Halve af Pressionen; men da den virker paa den Vegt-Stang *b*, bliver Kraften i $b = (L + (Lt) : 2b + (aL) : b) . \frac{f}{2b}$, den nemlig, som kan overvinde Rivningen. Den hele Kraft udi *b* bliver derfor $= (L + (Lt) : 2b + (aL) : b) . \frac{f}{2b} + \frac{Lt}{2b} + \frac{aL}{b}$, den nemlig, som udfordres

dres til baade at holde Ligevegt med Tyngden, og desuden, saa snart som Bevægelse skeer, da tillige at tilintet giore Modstanden af Rivningen og af Strikkernes Stivning.

§. 394.

Ligedan Udregning af Machinen Taf. XI. Fig. 1.

Et eneste Exempel, saaledes udregnet, viser, hvorledes man maa fare fort i alle andre Tilfælde. Saaledes, om man foretager Machinen Taf. XI. Fig. I, og den hele Byrde, som tynger paa Hiulene, kaldes T, Halv-Diametern i Navet a, i Hiulet b. Da bliver den Kraft, som skulde overvinde over samme Vegt-Stang Rivningen af Tyngden paa Navet $\frac{T}{3}$, og derfor bliver Kraften, som overvinder samme Rivning over Hiulets Halv-Diameter $\frac{T}{3} \cdot \frac{a}{b}$. Denne Kraft er det, som efter en Direktion, der kan ansees for at være horizontal, trekker udi L, men da denne Trekning skeer ved Hielp af en Snor lLk, som er fast udi l, saa bliver Snorens Stivning $\frac{T.a}{6b}$, og derimod Centrets Trykning udi Tridsen $\frac{aT}{3b}$, hvilket er den Pressíon, som foraarsager Rivning omkring Axlen af Tridsen. Men denne Rivning formeres desuden ved den Kraft, der endnu maa legges til paa Snoren, for at overvinde Strikkens Stivning og Uboielighed omkring Cirkel-Rundingen af Tridsen. Er Tridsens Halv-Diameter c, Snorens Tykkelse t, da bliver Modstanden af Stivningen $\frac{Tat}{6bc}$, den hele Kraft derfor,

som skal legges an paa Strikken, bliver $\frac{Ta}{6b} + \frac{Tat}{6bc}$, og den af samme foraarsagede Rivning, om denne sidste og Kraften virkede i Tridsen paa samme Vegtstang, blev $\frac{Ta}{6b} + \frac{Tat}{6bc}$; Men da Rivningen virker paa den Vegt-Stang d eller Halv-Diametern af Axlen i Tridsen, Kraften derimod paa Tridsens Halv-Diameter c, saa bliver den Kraft, hvilken for Rivningens Skyld endnu maa legges til paa Snoren KL $= \left(\frac{Ta}{6b} + \frac{Tat}{6bc}\right) \cdot \frac{d}{c}$; og saaledes bliver den hele Kraft, som maa anlegges paa Tridsen $\frac{Ta}{6b} + \frac{Tat}{6bc} + \left(\frac{Ta}{6b} + \frac{Tat}{6bc}\right) \cdot \frac{d}{c}$. Hvilket er det hele Kraft, som maa trekke i Strikken KL, om nemlig den Rivning og nye Stivning i Strikken, som foraarsages af Kraften $\left(\frac{Ta}{6b} + \frac{Tat}{6bc}\right) \frac{d}{c}$ ikke tages udi Betragtning. For at forkorte Formulen, ville vi kalde K den hele Kraft, som saaledes stiver Strikken $/$LK.

Omkring Axlen K gior Strikkens Stivning en nye Modstand $= \frac{Kt}{2f}$, om nemlig Halv-Diametern af Axlen K $= f$. Er Hiulets Halv-Diameter $nh = g$, da bliver den Kraft, som i h eller e kan overvinde denne Modstand $\frac{Kt}{2g}$; Men den Kraft, som i h kan overvinde Lastens Trykning K paa Axlen K, er $\frac{Kf}{g}$. Saaledes om ingen Rivning var i Tapperne, med hvilke Bommen K ligger ind i Træ-

Ver-

Verket, blev den hele Kraft udi h eller $e = \frac{Kf}{g} + \frac{Kt}{2g}$, men da denne, saavel som den hele Trykning af Lasten K, foraarsager paa disse Tapper en Pression $= K + \frac{Kf}{g} + \frac{Kt}{2g}$, saa bliver Rivningens Moment, naar Halv-Diametern af Tappen kaldes h, $= (K + \frac{Kf}{g} + \frac{Kt}{2g})\frac{h}{2}$. Kraftens Moment derimod, om Kraften selv kaldes x, bliver gx, og derfor $gx = (K + \frac{Kf}{g} + \frac{Kt}{2g})\frac{h}{2}$; saaledes er Kraften, der holder Rivningen Ligevegt, eller $x = (K + \frac{Kf}{g} + \frac{Kt}{2g})\frac{h}{2g}$, og den hele Kraft, som baade kan holde Lasten Ligevegt, og desuden, naar Bevægelsen begynder, være af samme Værdie, som Strikkernes Stivning og den hele Rivning, beløber $\frac{Kf}{g} + \frac{Kt}{2f} + (K + \frac{Kf}{g} + \frac{Kt}{2g})\frac{h}{2g}$, hvilken vi ville sætte $= L$.

Saaledes bliver L den Kraft, med hvilken Jern-Stængerne bør holde imod efter de Direktioner bb og ae, som bør være perpendikulære paa Halv-Diametern hn af Hiulet; men Cg og Ca blive disse Kræfters Distancer fra Bevægelsens Center C, omkring hvilket og Kræfterne i A og B virke over de lige store Vegt-Stænger AC og BC. Folgelig om $Cg = Ca = m$, $AC = n$, da bliver Kraften i A, som kan overvinde Modstanden L af Lasten udi h, $= L.\frac{m}{n}$. Folgelig bliver Kraftens og Lastens hele Tryk-

ning paa Tappen i C, $L + L\frac{m}{n}$. Virkede Kraften og Lasten begge paa Tappens C Halv-Diameter, som vi ville kalde p, da blev Kraften $\frac{nL + mL}{2n}$; Men da Kraften virker paa den Vegt-Stang n, saa bliver samme for saavidt, som den skal holde Ligevegt med Nivningen udi C, $\frac{nL + mL}{2n} \cdot \frac{p}{n}$.

Og derfor bliver den hele Kraft udi A

$$= L\frac{m}{n} + (nL + mL)\frac{p}{2n^2}.$$

Hydro-

Hydrodynamik.

Hydrodynamik.

Første Forelæsning.

Almindelige Anmerkninger over Theorien af de flydende Ting.

§. 1.

De flydende Tings Bevægelse bestemmes uligе vanskeligere, end de faste Tings.

De flydende Tings Theorie er af ulige større Vanskelighed, Høistærede Tilhørere! end den, vi i det foregaaende have afhandlet; fordi vi i at undersøge Bevægelsen af de faste Legemer ikke have havt andet nødig, end at betragte enten et materiel Punkt selv, eller i Steden for et heelt legemligt Systeme visse Punkter, paa hvis Bevægelse alt ankom. Til de flydende Ting behøves meer. Enhver af deres mindste Dele virker som for sig, og dog i Sammenhæng med de øvrige tillige. Disse Dele ere os ubekiendte, saavel i Henseende til Figuren, som Maaden at virke. De derfor i Mekanik forhen brugte Maader at bevise paa, kunde her ikke anvendes. De hastiggiørende Kræfter og deres Virkninger ere i alt det, som angaaer de flydende Ting, enten vanskelige, eller som det synes ofte umuelige at bestemme.

§. 2.

Man behøver derfor til deres Forklaring ganske nye Grunde.

Saaledes er det meget sielden paa den forhen i Mekanik brugte Maade, at man kan giere sig de flydende Tings Egenskaber bekiendte; i sær om man seer paa deres Bevægelse. De smaa Deles Trykninger og Stød paa hverandre, saavel som de deraf følgende Virkninger, beroe paa deres Figur, Direktion og Bevægelses Maade imod hverandre, som ere, efter det nylig sagte, ligesaa mange Ting, hvilke vi ikke kiende. Følgelig maa man i disse Undersøgninger betiene sig af ganske nye Grunde, som tages af det hele flydende Systems almindelige Beskaffenheder.

§. 3.

Hvad der i Almindelighed forstaaes ved Hydrodynamik.

Man haver derfor langt fra ikke bragt det saa vidt i de flydendes, som i de faste Tings Theorie. Den Videnskab, hvilken man kalder Hydrodynamik, fordi den handler om de flydende Tings Ligevegt og Bevægelse i Almindelighed, er langt fra ikke bragt til den Fuldkommenhed, som man skulde ønske; endskiønt at det, som man i den allerede veed, er overmaade nyttigt, og i en Mængde Henseender heist betydeligt.

§. 4.

Hvad Hydrostatik, Hydraulik og Aerometrie ere.

De flydende Ting ere i Almindelighed to Slags, enten de, hvis Dele lade sig trykke nærmere sammen imod hverandre, og naar Trykningen er forbie, igien tilsidst indtage deres forrige Figur, disse kalder man flydende Elastiske. Iblant dem er Luften den fornemmeste og mest bekiendte. Eller og deres Dele lade sig ei sammentrykke, hvilke sidste man kalder simpel hen flydende Ting. Den

Deel

Deel af Hydrodynamik, som handler om de elastiske flydende Tings Ligevegt og Bevægelse, kaldes **Pneumatik** eller **Aerometrie.** Benævningen tages af Luften. De andre simpel hen flydende Tings Ligevegt henhører til den Deel af Hydrodynamik, som man kalder **Hydrostatik.** De flydende Tings Bevægelse derimod, for saa vidt den er bekiendt, **afhandles udi Hydraulik.**

§. 5.

Hydrodynamik indbefatter saaledes tre Hoved-Dele. En, som under Navn af Aerometrie handler om de elastiske flydende Tings mekaniske Beskaffenheder. En anden, som handler om de flydende Tings Bevægelse, under Navn af Hydraulik. Den tredie, som handler om disse sidstes Ligevegt, under Navn af Hydrostatik. Da denne er Grunden til alle de øvrige, maa den først igiennemgaaes. Hvorfor vi og af den giøre her Begyndelse.

Hvorfor Hydrostatik maa først afhandles.

§. 6.

Imidlertid, før vi gaae saa vidt, ville vi forud agte, at ligesom de to Hoved-Slags af flydende Ting, om hvilke vi nylig have talt; De Elastiske nemlig, og de, som ei ere det, have deres høist adskillige Egenskaber, saa have de tillige andre, der ere tilfelles for dem begge. Disse Egenskaber ere 1) at de ere flydende, 2) at de ere tunge.

De elastiske og uelastiske Tings felles Egenskaber forklares.

§. 7.

Da i Hydrostatik af disse to de flydende Tings Egenskaber alt hvad dem angaaer beviises, saa sees deraf; at de i denne Vi-

denskab forekommende Regler ere almindelige, og passe sig ikke mindre paa de elastiske end uelastiske flydende Ting.

§. 8.

Hvad der udfordres til at Tingene kunne være flydende.

Da det, som gier de flydende Ting flydende, er disses alleralmindeligste Egenskab, saa ville vi og forud, før vi begynde paa Resten, undersøge, hvori det bestaaer: Da man ved at sammenligne det, man erfarer i Vand-Draaberne og i de faste Ting, strax seer, at de første lade sig ved de mindste Kræfter opløse udi ubestemte Dele, hvorimod til de sidstes Opløsning behoves anseelige Kræfter.

§. 9.

Forklares udførlig.

Men den store Forskiel sees først ret, naar man betragter de faste Ting som opløste i alle deres mindste Dele, eller i Støv, og da sammenligner deres Bevægelse iblant hverandre med Delenes Bevægelse i de flydende Ting over og imellem hinanden. Thi man erfarer strax, at ved den mindste Pression bevæge sig de flydende Tings smaa Dele uhindret imellem og over hverandre, da derimod de mindste Dele af de faste Ting, skiønt opløste, ere en den anden i Veien, og hindre alle øvrige, saa de aldeles ikke kunde frit og uhindret bevæge sig de ene over og imellem de andre. Fremdeles iagttager man let, at denne Bevægelse i de flydende Tings mindste Dele er efter alle Direktioner ligegyldig, men langt fra ikke i de faste.

§. 10.

§. 10.

Denne besynderlige Bequemhed, som de flydende Tings Dele have, saasnart de udstaae den mindste Pression, da at bevæge sig de ene uhindret over de andre, synes tildeels at komme af Maaden, hvorpaa de opløses, saaledes nemlig, at de alle ere, saa at sige, fuldkommen ensdanne, og kunne derfor uden Forskiel indtage den ene den andens Sted; tvertimod hvad der skeer i de faste Legemers i Støv opløste Dele. Imidlertid ligger heri ikke den eneste Aarsag. De flydende Tings Dele maa nødvendig have i dem selv Kræfter, som ere dem egentlige, og ved hvilke de ere adskillige fra de faste Tings Dele.

§. 11.

De flydende Ting maa i deres mindste Dele have andre Kræfter, end Tyngden alene, og disse Kræfter ere to Slags.

Disse Kræfter kiendes i sær deraf, at de flydende Ting alle uden Forskiel igientage deres forrige Figur, alene at de ikke hindres i umiddelbar at røre hinanden, da derimod de faste Tings Dele ikke alene ikke give det samme Legeme igien, naar intet hindrer deres Forening, men henge endog langt fra ikke saaledes sammen med hverandre, som de flydende Ting. For at forstaae dette desto bedre, behøves alene at tage de Ting i Betragtning, som under adskillige Omstændigheder kunne være snart flydende, snart faste; Metallerne for Exempel, hvilke man kan anse som en Slags Jis. Saa længe de ere flydende, da hvor meget end at Delene skilles fra hverandre, igienbringe de dog strax det samme Legeme, alene at intet hindrer deres Forening. Opløses de derimod som faste Legemer udi Støv, skeer dog, om Delene end nok saa nøie sammenføies, ingen saadan Forening.

§. 12.

Enten de, hvormed Delene henge sammen.

Disse Kræfter, hvorved de flydende Tings Dele henge sammen, giøre at nogle af dem ere meer, andre mindre flydende; i dem alle kiendes Kræfterne, hvormed de henge sammen af Draabernes Størrelse. Jo mindre Delene henge sammen, desto lettere bevæges de over hverandre, imidlertid foraarsager denne Kraft, hvormed Delene henge sammen, at i samme Forhold, som den er større, finde de Ting, der skulle bevæge sig igiennem de flydende Ting, en større Vanskelighed i at fortsætte deres Bevægelse.

§. 13.

Eller de, med hvilke enhver af Delene søge at bevæge sig lige stærk efter alle muelige Direktioner.

Disse Kræfter, hvormed de flydende Tings Dele henge sammen, seer man let, ere adskillige fra de, som giøre dem flydende, disse sidste bestaae i en Bestræbelse til Bevægelse, som er lige stærk efter alle Drive-Linier. En Ting kan ikke tænkes, som fuldkommen flydende, uden for saa vidt, som den tænkes paa denne sidste Maade. Yttrede disse Kræfter sig alene efter en Kant eller Direktion, men ikke efter alle; vare Delene alene bevægelige efter den Kant, ikke flydende eller lige bevægelige efter alle.

§. 14.

Naar de flydende Ting trykkes, voxer denne Bestræbelse i alle de mindste Dele efter alle Direktioner lige stærk, om de ei kunde undvige Pressionen.

Disse Kræfter, de nemlig, som giøre Tingene flydende, yttre sig i de simpel hen flydende Ting, alene omkring Peripherien, og ikke paa en kiendelig Distance, de maatte ellers kunde lade sig sammentrykke, hvilket dog er al Erfaring imod. Men formeres disse Kræfter ved en Trykning, da yttre de sig altid endnu lige stærk efter alle Direktioner. Trykningen

maatte

maatte ellers giøre, at de ei bleve meer flydende, om Delene nemlig ved den tabte deres Færdighed at bevæge sig fort lige stærk efter alle Direktioner. Da derfor, efter hvad al Erfaring viser, de flydende Tings Færdighed i at flyde, endnu er den samme, al Trykning uagtet; saa maa nødvendig de ved Pressionen meddeelte Kræfter endnu yttre sig lige stærk efter alle Direktioner.

§. 15.

Forskiellen imellem de uelastiske og elastiske flydende Ting forklares.

Man kan paa ingen bedre Maade forestille sig de elastiske flydende Ting, end naar man tænker dem som de, hvis Dele med anseelige Kræfter paa anseelige Distancer drive de ene de andre fra sig. Dog saa, at Virkningen bliver efter Distancens Længde i en vis Forhold alt svagere og svagere. Man finder deri da igien Aarsagen, hvorfor de lade sig sammentrykke, fordi nemlig de Kræfter, hvormed deres Dele holde hverandre Ligevegt, ere paa større Distancer mindre, end paa kortere Distancer.

Da derimod de mindste Dele af de uelastiske flydende Ting ikke yttre deslige Kræfter, uden alene omkring deres Peripherie, efter vores antagne §. 14. Saa er det klart, at saasnart som de ere hverandre meget nær, og deres Kræfter saaledes staae udi Ligevegt sammen, kunne de ei sammentrykkes, om alle Delene drive hinanden fra sig med overmaade store og fast uendelige Kræfter.

§. 16.

Hvori de flydende Tings Hoved-Egenskab bestaaer.

Dette forudsat, følger deraf denne de flydende Tings store Hoved-Egenskab, den nemlig, som er Grundvolden til alt øvrigt, hvad

hvad vi om dem veed, og som bestaaer deri; at saa snart, som deres Dele trykkes, og ei kunne undvige, da trykke de igien efter alle Direktioner lige stærk, eller søge efter alle Drive-Linier lige meget at vige ud for den trykkende Kraft.

§. 17.

I øvrigt henhører det til Physik, nærmere at undersøge Kræfternes Natur udi de flydende Ting; Det er os her nok, at have beskrevet den store de flydende Tings Hoved-Lov, hvorved de i alle Henseende imodsættes de faste. Den nemlig, at de dem meddeelte Kræfter yttre sig altid, naar de ei kunne undvige, lige stark efter alle muelige Direktioner, fordi Trykningen ellers maatte foraarsage, at de flydende Ting ei meer bleve flydende. Det er dermed, at vi ville slutte vore forelobende Anmerkninger over Hydrodynamik, for at igiennemgaae det nyttigste og best bekiendte udi denne Videnskabs enkelte Dele. Det er til den Ende, at vi giøre strax Begyndelse af Hydrostatik.

Hydro-

Hydrostatik.

Hydrostatik.

Eller

Afhandling om de flydende Tings Ligevegt under sig selv indbyrdes og med faste Ting.

Anden Forelæsning.

Om de flydende Tings Kræfter i at trykke efter alle muelige Direktioner i Almindelighed.

Om de tunge flydende Tings Trykning i Særdeleshed.

§. 18.

I et Kar, fyldt med en flydende uelastisk Materie uden Tyngde, trekkes Bund, Sider og Laag lige stærk.

Dersom i et Kar ACDB (Taf. I. Fig. 1.) en flydende Materie E er indsluttet, og samme ved Hielp af et bevægeligt Dekkel G trykkes efter den perpendikulære Direktion GF, hvor man vil, af en given Kraft. Da, om den flydende Materie E selv betragtes som at være uden Tyngde, og ingen af dens Dele kan undvige, men virke alle alene med de

Kræfter, som meddeles dem af Trykningen efter FG; saa trykkes ei alene et hvert Punkt i Bunden BD ned efter i den trykkende Krafts Direktion FG, men endog i Siderne af Karret, som H og I, saa og i Deklen G op efter udi G, med samme Kraft som FG og efter perpendikulær Direktion, overalt paa Karrets Sider.

Thi de flydende Tings Dele, for at kunne under Trykningen endnu blive flydende, maa nødvendig trykke lige stærk efter alle Direktioner, §. 16. Naar de selv derfor betragtes som at være uden Tyngde, virker i denne Trykniug intet uden den meddeelte Kraft, følgelig er Trykningen i alle Punkter den samme. Dette stemmer nøie med Erfaring, og bør derfor ansees som den første Hoved-Sandhed, hvoraf man videre kan slutte i de flydende Ting.

§. 19.

Slutninger af det foregaaende.

I samme Hypothese, som før, blive derfor disse Slutninger nødvendige.

1) At Pressionen, som den Deel af et Kar *ab* med uboielige Sider udstaaer (Taf. I. Fig. 2.), altid er i sammensat Forhold af den trykkende Krafts absolute Størrelse, og den Deels *ab*, som Vandet trykker paa, Størrelse, lige frem tagne. Kaldes den trykkende Kraft K, den Deel af Karret, som trykkes, *a*, da er Pressionen K*a*.

2) Følgelig, om over Aabninger, som *cd* og *ab*, to Kræfter, ved Hielp af den flydende Materie, som Karret er fyldt med, skulde staae udi Ligevegt med hverandre, og den trykkende Kraft over *cd* kaldes K, den over *ab*, *x*, *cd* = *d*, *ab* = D. Da bliver den Trykning i *cd*, som foraarsages

aarsages af $x = x.\ cd.$ Den udi ab derimod, som foraarsages af $K = K.\ ab.$ §. 18. Følgelig, saa tidt som Ligevegt skal være, bliver $K.\ ab = x.\ cd$, og $K : x = cd : ab.$

Det er, de Kræfter, som staae paa for sagte Maade i Ligevegt med hverandre, maa forholde sig i indbyrdes Størrelse, som Aabningerne cd og ab, paa hvilke de trykke.

3) Dersom $K : x = cd : ab$, det er, om Kræfterne ere i Forhold af Aabningerne; da er Pressionen paa den flydende Materie overalt den samme, efter det nylig sagte. Følgelig, om to eller flere Tyngder trykke en flydende Materie, som ei kan undvige, over adskillige Aabninger paa et og det samme Kar, med Kræfter, der ere i Forhold af Aabningernes Størrelse under sig; da trykkes dog derved den flydende Materie ikke meer, end om Karret overalt var lukt, og da ikke uden en eneste af disse Kræfter trykkede paa den flydende Materie.

4) Saafremt derimod, at ulige Kræfter trykke paa lige store Aabninger, eller i Almindelighed Kræfter, der ei ere under sig indbyrdes som Aabningerne, trykke paa den flydende Materie; da er Ligevegten hævet, og den flydende Materie søger strax at bevæge sig igiennem den mindst trykte Aabning, med den Forskiel, der er imellem den største af de trykkende Kræfter, og den, som holder imod over samme Aabning.

§. 20.

Karrets Figur gior ikke noget til det Flydendes Trykning, naar det betragtes uden Tyngde.

Deraf følger ydermere, at ihvorledes end Karret ABCD (Taf. I. Fig. 3.) er gestaltet, trykkes dog alle Draaber i et hvert horizontalt Lag, som *ab*, lige stærk, §. 18, og derfor i Forhold af Grundfladens Størrelse. Er Karret, for Exempel, 1) cylindrisk, som AB*cd*, er Trykningen paa *cd* som *cd*. Er 2) Karret oven smallere, men neden til bredere, som AB*ab*, er dog desnagtet Trykningen i *ab* proportionert *ab*. Er 3) Karret oven til bredere, men smallere neden til, som i *ab*CD, er dog Trykningen over CD som CD.

§. 21.

Deraf sees, at Karrets Figur ingen Indflydelse haver paa de horizontale Lags Trykning; saa at man i flydende Materier, der antages at være uden Tyngde, alene bør see paa den trykkende Krafts Størrelse i sig, og den Flades Størrelse, hvorpaa trykkes, for at domme om Størrelsen af den hele Trykning.

§. 22.

Da de flydende Materiers Trykning er efter alle Direktioner den samme og lige stærk, §. 16, saa gior Karrets Figur ligeledes ingen Hinder i, at jo Trykningen op efter og paa Siden altid bliver den samme, som ned efter; saa stor nemlig, som den trykkende Kraft, der driver enhver af det Flydendes Dele, multiplicert med den Flade, hvorpaa at disse Dele trykke.

§. 23.

§. 23.

Haver det Flydende i alle Dele en lige stor Tyngde; da om man foreſtiller ſig i et overalt ulige Kar den hele flydende Maſſe, ſom deelt i en Mængde horizontale og lige tykke Lag langs ned efter, da er i alle diſſe Lag Tyngden deres Fladers Storrelſe proportionert, folgelig trykke de hver for ſig det neden under dem liggende Flydende med ſamme Preſſion, §. 19. 3. Trykningen af dem alle paa Grund-Fladen bliver derfor den ſamme, ſom om Karret var cylindriſk, i hvorledes end at Figuren af Karret er beſkaffen. Saa at Karrets Figur derfor i dette Tilfælde heller ikke behoves at betragtes i Henſeende til Ligevegten.

Ei heller, naar det er tungt.

§. 24.

I et prismatiſk Kar er Bondens Trykning Vegten af det i ſamme værende Vand. Folgelig bliver §. 23 i alle Kar Bondens Trykning ſaa ſtor ſom Vegten af et Prisma Vand, hvis Grund-Flade er Bonden ſelv, og hvis Hoide er Vandets Hoide udi Karret.

Flydende Materiers Trykning paa Bunden af Karrene beſtemmes.

§. 25.

Hvorledes derfor end at Karret er geſtaltet, maa Bondens Trykning beſtandig dommes af dens Storrelſe, multiplicert med Vandets vertikale Hoide over den, og ikke af Vandets Mængde, ſom virkelig er i Karret. Vi ville til Oplysning iagttage folgende Tilfælde, i hvilke vi betragte

De fornemmeſte Tilfælde af Vandets Trykning paa Bunden forklares i enkelte Tilfælde.

den

den vertikale Høide, fordi Tyngden altid virker efter denne Direktion.

1) Er Karret ABDC vertikal cylindrisk eller prismatisk, da er Vandets virkelige Mængde i Karret den sande Tyngde, som besværer Bunden CD (Taf. I. Fig. 4.).

2) Er Karret derimod (Taf. I. Fig. 5 og 6.) som EFGH, eller gKML, da er Trykningen i det første n. GH. GN., i det sidste LM. oL. n. Ved n forstaaes Vandets Tyngde i den kubiske Unitet, i hvilken det prismatiske Kar udmaales.

3) Er det som (Fig. 7 og 8.) PQRS eller TUXV; da er Trykningen i det første $=$ n. RS. Pz., i det sidste $=$ VX. Ta.

4) Er (Taf. I. Fig. 9.) Karret som *bchdci*; saaledes at *bn* er et Rør, i hvilket ikke gaaer uden overmaade lidet Vand, og Vandets Høide er *bf*, da er Trykningen paa Bunden *de* endnu $n.de.bf$.

Sættes i denne sidste Tilfælde *cf* at være meget liden, *bf* derimod at være meget stor, saavelsom *de*, da bliver altid $n.de.bf$ en meget stor Størrelse. Vandets virkelige Mængde derimod, som er $n.bc.fg + ncf.de$ en meget liden Størrelse, fordi *cf* og *fg* antages som overmaade smaa imod *de* og *bf*. Derfor, saa tidt som Røret er meget smalt og langt, Karret *di* derimod meget lavt og bredt, maa altid en meget liden Mængde af Vand foraarsage en utroelig stor Trykning.

§. 26.

§. 26.

Deraf sees videre.

1) At om i to Kar Bunden multiplicert med Vandets Høide er den samme, da er Trykningen paa Bunden og den samme, om end det ene ikke rummer den tusende Deel af det Vand, som der er i det andet.

2) Er i to Kar Bunden af samme Storrelse, men Vandets Høide adskillig, da forholde sig Trykningerne paa Bunden som Høiderne af Vandet.

3) Er i to Kar Høiden den samme, men Bunden adskillig, da forholde sig Trykningerne paa Bunden, som Bunden i hvert af Karrene.

§. 27.

I et Kar, som *bcde*, trykker (§. 16.) Tyngden af Vandet i Roret *bc* paa Vandet i *nc*, dette igien paa det ovrige Vand *cg*, det igien ved Trykning efter Siden paa Vandet i *hf* og *gi*, og endelig dette igien paa det horizontale Log *hi*, fordi Trykningen er den samme i alle Vand-Draaberne efter alle Direktioner. §. 16.

Trykningen af flydende Materier op efter er lige saa stor som Trykningen af Vandet ned efter.

Da derfor alle Draaber, som ligge under *hi*, trykke ligesaa stærk op efter, som de selv skulde trykkes ned efter af det Vand, der kunde rummes i det prismatiske Kar *Ki*, og Figuren, saavel af Roret, som af Karret, her intet giore til Sagen. Saa folger.

At saa tidt som et Vand, der ikke kan undvige, trykker paa en horizontal Dekkel *hi*, eller hvad anden Ting det er,

som staaer det imod op efter alene ved de Kræfter, som det faaer af det ovenliggende Vands Tyngde, da maa i denne Tilfælde, ligesom i Trykningen ned efter, Pressionens Størrelse dommes af Logets Størrelse, som trykkes, og Vandets Høide over samme Dekkel.

Det samme forklares anderledes.

Eller og Trykningen paa Loget *hi* op efter, er den samme, som Tyngden af alt det Vand, der trykker ned efter i det prismatiske Kar K*i*, hvis Grund-Flade er *hi*, og hvis Høide er Vandets Høide K*h* udi Roret *bc*.

§. 28.

Staaer Fig. 10 Roret *ab* i Siden af Karret, da maa Logets Trykning op efter vurderes af *de. af*, thi Trykningerne udi *fb* og *dc* hæve hverandre op, fordi Trykningen er overalt i et og det samme horizontale Lag lige stærk (§. 23.).

§. 29.

Desuagtet haver man dog aldrig meer at løfte end Karrets og Vandets Tyngde.

Af Trykningen op efter forstaaes fuldkommen, hvorfor man i at løfte et Kar, som Fig. 9. *bcde*, ikke haver meer end dets simple Tyngde at overvinde, uagtet at Trykningen paa Bunden er saa stor, som Tyngden af den hele Mængde Vand, der kan rummes udi et Kar, som *xi*.

Thi man seer let, at al den Trykning paa Bunden *de*, som foraarsages af Vandets Høide i Roret *bc* ned efter, hæves igien i Henseende til de Kræfter, som skulle løfte Karret ved Trykningen paa Loget *hi* op efter, saa at derfor

for intet meer bliver at lofte end Vandets og Karrets simple Tyngde.

§. 30.

Trykningen bestemmes, naar Vandet trykker ei alene ved sin egen Tyngde, men desuden med en anden Kraft.

Dersom (Taf. I. Fig. 11.) et Kar ABCD er fyldt med en tung flydende Materie, paa hvilken en Kraft P trykker over gh, og den ei kan undvige eller give efter, da er Trykningen paa Bunden først den forhen bestemte §. 26, som simpel hen kommer af Tyngden $=$ CD. $iD.n$. 2) Den, som kommer af Pressionen over gh. Men da i Henseende til den det var det samme, som om den flydende Materie var uden Tyngde, bliver den §. 19. 2. $= \frac{P.CD}{gh}$.

Ligeledes bliver Trykningen paa Deklen AB $= \frac{P.AB}{gh}$ i dette Tilfælde.

§. 31.

Experimentale Beviis paa de i dette Stykke givne Regler.

Da alle disse Slutninger ere umiddelbare Følger af den almindelige Grundsætning, at Vandets Trykning er den samme efter alle Direktioner, saa behøver man alene, for ved Erfaring aldeles at overbevise sig om dens Rigtighed, at undersøge, om de af den gjorte Slutninger treffe fuldkommen ind med, hvad man erfarer. Hvilket sidste er saa meget meer nødvendigt, som man ikke nok kan forsikre sig om den Sandheds Rigtighed, der legger Grunden til alt øvrigt i denne Videnskab, saa al Resten paa den kommer an.

For derfor at vise, hvor meget Erfaring stemmer overens med vore forhen gjorte Slutninger, ville vi bekræfte det allerede sagte

med følgende Forsøg, skiønt de egentlig henhøre til de physiske Forelæsninger.

Hoved Stykket, som vi i disse Forsøg bruge, er en Potte A af Messing, indvendig cylindrisk og heel igiennem aaben, den sees i Taf. II. Fig. 1. B er en cylindrisk Bund, forsynet med (indsmurt og af Olie og Vand vel igiennemtrokket) Læder uden om Randen *nm*. Denne Bund passer saa neie til det inderste af Potten A, at naar den er skudt ned i den, for Ex. til det nederste udi *r*, og man derpaa kommer Vand udi Potten, kan intet Vand af den flyde ud. Øverst i B er en Skrue med et Hul igiennem udi *a*. Potten A selv er øverst i *g* omkring sin ydere Rand forsynet med en Skrue. I *g* ere i denne Skrue giorte to Indsnit eller Skaar, for i dem at legge det platte Stykke Messing F ind, i hvis Midte *q* er et Hul. I begge Enderne af F ere Skrue-Giænger skaarne, saa at naar F er lagt ind paa Potten, Skruen omkring *gg* igien er ganske fyldestgiort. En ligesaadan Skrue, som den i *gg*, er Potten forsynet med neden omkring *ss*. Ved Hielp af denne Skrue, kan den, saa tidt som det behøves, hestes til Foden C, hvilken er neden til forsynet med tre Fødder, som D, hvilke hestes fast ved Ringen C med Skruer, som den man seer udi E.

§. 32.

Første Forsøg. For at giøre Forsøget i Fig. 2, legges Fig. 1. Bund-Stykket B ned i Potten, og F legges ind i *gg*. Potten selv skrues fast i Ringen C, forsynet med alle tre Fødder. Dette giort, skrues en Hage, som bær i Enden en liden Skrue, ind i Bund-Stykket B udi A. I denne Hage hestes Enden af en Messing Kiede, som løber igien-

igiennem Hullet *q*. Udi Fig. 2 sees Potten saaledes tilbereed udi A. G er en huul Messing Cylinder, oven til forsynet med en Kumme udi R, og neden til med en huul Messing Skive, i hvilken indvendig er en Skrue, hvis Gienger passe neie over Skruen *gg* i Potten A udi Fig. 1. Man legger neden til et Stykke indsmurt Læder imellem denne Skive og Potten, for fuldkommen at tætte for Vandet. I Fig. 2 ere *p.p.* simple og paa den ene Side indskaarne Tyngder, saa de kunne legges ind paa Cylindren, og tynge paa Potten A, at den under Forsøget ei løftes op fra Q, eller det Underlag, hvorpaa den staaer. Den føromtalte Kiede løber indvendig igiennem Cylindren G, man seer Enden af den i *a*. Samme Ende er heftet fast ved en Krog i Enden I af en Vegt med lige Arme KHI. Vegten selv henges i T fast i en Krog udi Tresoden N, hvoraf den ene Stytte OP forestilles her som overbrudt, for desto bedre at kunde see den anden Arm af Vegten K, med Skaalen L, hvorpaa Tyngden M legges. Denne Tyngde M er net op af samme Vegt, som Vegten af Vandet i et cylindrisk Kar, hvis Grund-Flade er Cirklen i Bonden af Potten, og hvis Høide er Vandets Høide over Bonden af Potten, saavel i Potten selv, som i Cylindren G og dens Kumme R, i hvilken sidste er giort et Tegn, hvilket viser, til hvad Høide at Vandet bør staae udi Kummen.

Formeres Loddet M med en ganske liden Tyngde, da synker Skaalen L, og Kieden *a* med Bunden af Potten løftes, saa at i dette Tilfælde Vandets Trykning saaledes retter sig fuldkommen efter Grund Fladen og Høiden, saaledes, som forhen sagt er; uagtet at Cylindren G er af ulige mindre Diameter, end Cirklen udi Bunden af Potten.

§. 33.

Andet Forsøg. Saafremt at man i Steden for Cylindren G, Fig. 2, som er af meget mindre Diameter end Bunden af Potten, skruede paa Potten udi *gg*, Cylindren AB, Fig. 4, hvis indvendige Diameter var net op Pottens indvendige Diameter, og hvis Høide blev desuden net op ligeledes afpasset, som for sagt i §. 32, saa at Vandet i dette Forsøg kom til at staae noiagtig til samme Høide, som i forrige Forsøg. Da om i øvrigt alt blev som i Fig. 2 og i §. 32, saa at M var net op Vandets Vegt udi Potten og denne Cylinder, da staae saaledes Trykningerne i K og I udi Ligevegt, at naar en meget liden Tyngde legges til udi M, synker Vegt-Skaalen L og Armen I stiger.

Tredie Forsøg. Skruer man derpaa Cylindren AB (Fig. 4.) af, og sætter i dens Sted (Taf. II. Fig. 3.) det hule koniske Rør R, hvilket neden til er af Pottens Vidde, men oven til ulige videre end Potten, saa at der i det gaaer ulige meer Vand, end i Cylindren AB. Da, om alt endnu giøres, som i Fig. 2, og saaledes, som Fig. 3 det videre viser, holder endnu Loddet M, som for, Ligevegt med Vandet i Røret R og i Potten. Hvoraf sees.

At i alle disse Forsøg retter Vandets Trykning paa Bunden sig ikke efter det over den staaende Vands Mængde, men alene efter dets Høide og Grund-Flade.

§. 34.

§. 34.

Skruer man derpaa Potten A fra sin Fod eller fra Ringen C med Fedderne D saaledes, at den bevægelige Bund B i den bliver liggende, men Pladen F tages af; og Røret G, ligesom i Fig. 2, skrues paa Potten A udi *ss*, Fig. 1, som endevendes, og Instrumentet saaledes indrettet stilles, som man seer i Fig. 5. Nemlig, *z* er en Træe-Fod, der oven til er udskaaret med en cylindrisk Tap *r*, omtrent af samme Diameter, som Potten A indvendig. *r* stikkes ind i Potten saaledes, at Deklen eller Bund-Stykket B, Fig. 1, vender op efter inden i Potten, hvorpaa Vand øses ind i Kummen af Cylindren G, Fig. 5. Alt dette giort, begynder Potten A strax at løftes af Vandet ved dets Trykning op efter, saa, for at holde Potten, at den ikke stiger, maa Tyngder *p* legges paa, som før i §. 32. Forsøget viser, at Størrelsen af Tyngderne *p*, som maa legges paa, for at holde Vandets Trykning op efter Ligevegt, er net op Vegten af den Cylinder Vand, hvis Grund-Flade er Cirklen af Potten, og hvis Høide er Vandets Høide over Bunden i Potten og Røret. Formindskes denne Tyngde om en ringe Deel, da stiger Potten med Cylindren, imidlertid at Bund-Stykket B i Fig. 1. bliver staaende. Man kan agte, at i Træe-Cylindren *r* er en Hulning, som kan net op tage imod Skruen *a* i B udi dette Forsøg. Fierde Forsøg.

§. 35.

Vandets Trykning op efter kan desuden beviises ved dette Forsøg. A er (Taf. II. Fig. 6.) et Kar med Vand. B er et cylindrisk Glas, lukt neden til med Messing Deklen C. I denne Dekkel er en liden Femte Forsøg.

Hage

Hage eller Krog, hvori en Silke-Liise er heftet fast, for at holde Deklen C tæt ind til Bunden af Glasset B, saa at, naar det synkes ned i Vandet udi Karret A, intet Vand skal flyde ind i Glasset B. Saasnart som Deklen C kommer saa dybt under Vandet, at dettes Høide over C, multiplicert med Grund-Fladen, giver en Cylinder Vand af samme Tyngde, som Deklens hele Tyngde i Vandet, da, om man slipper Traaden *d*, bliver Deklen C desuagtet hengende fast ved Glasset. I en mindre Dybde derimod falder den fra og forlader Glasset.

Tredie

Tredie Forelæsning.

Om de flydende Tings Trykning paa Siden.

§. 36.

Vi betragtede i sidste Forelæsning Vandets og de flydende Tings Trykning i de allersimpleste Tilfælde; naar nemlig samme yttrede sig paa horizontale Dekler eller Bond Stykker. Vi ville i denne Forelæsning foretage de vanskeligere Tilfælde, de nemlig, i hvilke alle Punkter af det trykte Plan ei trykkes med en og den samme Kraft, men hver for sig med adskillige Kræfter af den oven over tyngende flydende Materie. Alle disse Tilfælde, naar nemlig de trykte Planer, Dekler eller Bond-Stykker ei ligge horizontale, men som skraae Planer, henhøre i Almindelighed til Side-Trykningen af de flydende Materier, saa at vi i at bevise Beskaffenhederne af denne sidste, tillige oplose alt det øvrige. Man kan her alene forud agte, at vi i det følgende forstaae ved Vand-Linien det øverste af Vandet. See §. 38. 40. Mek. Forel.

Trykningens Bestemmelse over skraaeliggende og vertikale Planer foretages.

§. 37.

Da Vandet og de flydende Ting trykke, efter det forhen sagte, lige stærk efter alle Direktioner, paa de Planer,

som staae deres frie Bevægelse imod (§. 16.), saa seer man strax, at Side-Trykningen maatte være fuldkommen den samme (Fig. 1.) paa et Vertikal-Plan AB, som Trykningen ned og op efter paa horizontale af samme Storrelse, om den flydende Materie selv ingen Tyngde havde, men fik alene samtlig sine Kræfter til at trykke af en Kraft FG, som et Sted paa Karret, i G for Exempel, pressede paa, imidlertid at det Flydende selv ei kunde undvige.

§. 38.

De vertikale Planers Side-Trykning, som kommer af Vandets Tyngde alene, er i et hvert Punkt proportionert Vandets Høide, fra Vand Linien af over samme Punkt.

Saasnart derimod, at Vandet, eller i Almindelighed det Flydende, er tungt, er Beskaffenheden en anden. Vi ville i denne Henseende først betragte et Vertikal-Plan, ligesom før, og allerførst undersøge, efter hvad Lov at det Flydende virker paa et saadant Plans adskillige Punkter.

Man seer da strax, at dersom den flydende Materie saaledes, som Vandet og de andre os bekiendte, ere i alle deres Dele af samme Tyngde, og tillige hvile, voxer altid Trykningen i Forhold af Høiden, om den alene foraarsages af det Flydendes egen Tyngde. Saaledes, om i et Kar ACDB de to Punkter H og B ligge under Vandet i de Dybder AH og AB, da trykkes de og altid med Kræfter, som ere disse Linier proportionerte. Saa at, om B ligger dobbelt saa dybt under Vandet som H, trykkes det Punkt B og dobbelt saa stærk, som det Punkt H, fordi fuldstændige Virkninger ere altid deres Aarsager proportionerte.

§. 39.

§. 39.

Saafremt derimod at i G endnu en anden Kraft P trykker paa Vandet, da formeres Trykningen i alle Punkter, som H og B, lige meget over denne Krafts Pression, med en Trykning nemlig som P, §. 18.

Og om en anden Kraft desuden trykker, maa Trykningen af Tyngden om den formeres.

§. 40.

Dette forudsat, bestemmes let Pressionen paa Siden over alle vertikale Plan, som heel igiennem staaer fra Vand-Linien og siden ned efter under Vandet. Dertil behoves intet andet, end i Almindelighed at bestemme (Taf. I. Fig. 12.) over hele Planet EFAB, hvad Trykningen bliver over alle Linier, som CD, parallele Horizontalen AB, eller rettere over alle de uendelig smaae Parallelogrammer D*cc*D; og siden at finde i en Sum, hvad alle disse Trykninger belobe til. Man retter sig deri efter Trykningen paa de horizontale Linier, fordi de flydende Ting søge at undvige i den Direktion, hvor Modstanden er mindst; og to Kræfter, som virke paa hinanden perpendikulær, forhindre den ene ikke den anden.

Almindelig Maade at bestemme Pressionen paa i vertikale Figurer.

§. 41.

Den nylig omtalte Maade er almindelig (*), men da i Brugen de Tilfælde i sær forekomme, i hvilke Planet er et

Og først i rette Linier.

(*) Første Exempel. Er det vertikale Plan AB en ret Linie (Taf. I. Fig. 15.) AC = *x*, C*c* = *dx*, da er Pressionen (§. 38.) i *c* = *x*, og Pressionen

et retvinklet Parallelogram, vilde vi derved særdeles opholde os.

Til den Ende ville vi allerforst betragte en af Planets vertikale Giennemsnit, eller (Taf. I. Fig. 13.) den rette Linie AB, Pressionen i det Punkt B, om Vandets Høide er AB,

---

nen paa Elementet $Cc = xdx$. Pressionen paa hele AB derimod er $\int xdx = \frac{1}{2}xx$. Og om $AB = a$, for den hele Linie $= \frac{1}{2}aa$. Uden at legge en bestandig Størrelse til, thi naar $x = 0$, er Trykningen $= 0$.

Saafremt nu Linien AB var horizontal, blev Pressionen proportionert aa, derfor forholder sig Pressionen paa en vertikal Linie til Pressionen paa samme, naar den er horizontal, som $\frac{1}{2}aa : aa = 2 : 1$, følgelig kan af den horizontale Trykning den vertikale altid findes.

Andet Exempel. Er ligeledes (Taf. I. Fig. 16.) ABDE et retvinklet Parallelogram, og desuden $AD = b$, $ED = a$, $Bc = x$, $cc = dx$, da er Pressionen paa Elementet $CccC = axdx$, følgelig paa det hele Parallelogram $= \int axdx = \frac{1}{2}ax^2$, og naar for x sættes $b = \frac{1}{2}ab^2$.

Men om samme Parallelogram blev et Bund-Stykke, eller blev som et horizontalt Plan, trykt af et Vand, hvis Høide over alle dets Punkter var b. Da blev den hele Trykning $= ab^2$. Saa at i denne Tilfælde igien den horizontale Trykning forholder sig til Side-Trykningen over samme Parallelogram, som $ab^2 : \frac{1}{2}ab^2$, eller som 2 : 1. Ligesom før i det første Exempel.

Tredie Exempel. Er (Taf. I. Fig. 17.) ABDE et skievt Parallelogram, $ED = a$, Høiden eller Perpendiklen $AF = x$, $nm = dx$, da er Elementet $CccC$ igien $= adx$, og den hele Pression $= \int axdx$, ligesom før; saa Trykningen er den samme over Parallelogrammer af samme Indhold, hvad heller de ere skieve eller rette.

Fierde

AB, er da AB = BC, men efterdi i alle andre Punkter Pressionen er Høiden AD proportionert (§. 38), saa bliver den, der svarer til det Punkt D, = DE, og til alle Punkterne i AB bliver den hele Sum af Pressionerne som det innere Rum af Trianglet ABC.

Fierde Exempel. Er ABC (Taf. I. Fig. 18.) et Triangel, hvis Høide AD = a, og Grund-Linie BC = b, AE = x, da er FG = $\frac{bx}{a}$ og $dE = dx$. Pressionen paa det hele Triangel bliver saaledes $\int \frac{bx^2}{a} = \frac{1}{3}\frac{bx^3}{a}$, og for det hele = $\frac{1}{3}ba^2$. Men paa samme som Bond-Stykke blev Pressionen = $\frac{ba^2}{2}$, følgelig forholde sig disse to Pressioner til hverandre som $\frac{1}{3} : \frac{1}{2} = 2 : 3$.

Femte Exempel. Er Karret som Fig. 9, da er den Pression, der kommer af Røret, at anse som en bestandig Kraft, der var tilfælles for alle Vand-Lagene neden under, i dem alle nemlig den samme. Sættes den Høide, Vandet staaer til i Røret, = b, da er endnu Maaden af Udregningen den samme, som før, thi er Siden, for Exempel, et retvinklet Parallelogram, og alle Benævninger giorte som før i det andet Exempel, da er Elementet adx, og Trykningen paa det $adx.(b+x)$. Følgelig paa det hele Parallelogram = $\int badx + \int axdx = bax + \frac{1}{2}ax^2$, eller naar for x sættes $b = bab + \frac{1}{2}ab^2$.

Er $b = 0$, faaes for Pressionen $\frac{1}{2}ab^2$, som i det andet Exempel.

Siette Exempel. Er det vertikale Plan (Taf. I. Fig. 20.) et Triangel, der vender ned ad med sin Spitse, og som før i det fierde Exempel AD = a, BC = b, DE = x, da er AE = $a - x$, og $a : b = a - a$

Var nu AB en Bund-Flade, hvorpaa Vandet trykte, da blev Trykningen paa samme, som Parallelogrammet ABCF. Folgelig forholder sig Trykningen paa Siden til Trykningen paa Bonden = 1 : 2, om AB er vertikal.

§. 42.

$-x : \frac{ba-bx}{a} = FG$, og Elementet $FGKi = \left(\frac{ba-bx}{a}\right)dx$, Pressionen paa det $= \left(\frac{ba-bx}{a}\right)xdx$, folgelig Pressionen paa det hele Triangel $= \int bxdx - \int \frac{bx^2dx}{a}$, $= \frac{1}{2}bx^2 - \frac{\frac{1}{3}bx^3}{a}$, og naar for x sættes $a = \frac{1}{2}ba^2 - \frac{1}{3}ba^2 = \frac{1}{6}ba^2$.

Derimod er Pressionen paa samme Triangel, betragtet som et Bund-Stykke, over hvilket Vandet staaer til den Høide $a = \frac{1}{2}ba^2$, folgelig forholde sig disse to Trykninger til hverandre $= \frac{1}{6}ba^2 : \frac{1}{2}ba^2 = 2 : 6 = 1 : 3$. Det er: Trianglets Trykning, naar det staaer vertikal i et Vand, hvis øverste stryger dets Grund-Linie, er Tredie-delen af samme Vands Trykning paa det, naar det betragtes som Bund-Stykke.

Syvende Exempel. Søger man Trykningen paa et Stykke *abdc* (Fig. 21.) alene af den Figur, som ligger under Vandet, da kan man altid arbeide efter den i det femte Exempel viiste Methode, ved at betragte Vandets Kraft af Tyngden, som formeret i Begyndelsen af Trykningen med en vis bestemt Tyngde over *ab*, hvilken derfor bliver den samme i alle horizontale Lav. Denne Tyngde er ellers altid Tyngden af det Vand, som ligger oven over Bredden *ab*, eller den øverste Linie af det Plan, som man vil undersøge.

Saaledes om (Taf I. Fig. 21.) ABDC er det hele retvinklede Parallelogram, der staaer under Vandet, da behøves alene at betragte Sagen, som om Vandet stod over *abdc*, til den Høide *ca*, og i *ab* en Tyngde

§. 42.

Dette forudsat, er det nu let at bestemme, hvad Vandets Trykning bliver paa et retvinklet Parallelogram. Da nemlig (Taf. I. Fig. 14.) paa en hver vertikal Giennemsnit af Karret, som AC, EF eller BD Vandets Trykning uden Forskiel er den samme, saa bliver den hele Pression paa et saadant Parallelogram et Prisma af Vand, hvis Grund-Flade er det retvinklede ligesidede Triangel ACG, og Høiden er Parallelogrammets Høide AC. Videre i rette Parallelogrammer.

Da Indholden af et saadant Prisma er $\frac{1}{2}AC^2.CD$, og det Prisma af Vand derimod, som trykker paa ACDB, antaget som horizontal Bund-Stykke er $AC^2.CD$, saa forholde disse to Trykninger sig til hverandre som 1 : 2. Hvoraf sees

At Trykningen paa Bunden forholder sig til Trykningen paa Siden over samme retvinklede og vertikale Parallelogram = 2 : 1. Saa man af den første altid let finder den sidste.

§. 43.

Tyngde, saa stor som Vegten af Vandet efter *ae* da trykkede paa Vandet.

Eller om man vil, kan man søge Integralen for det hele *efdc*, og derfra trekke den til *efba* hørende Integral, ved at giøre Integralet efter de bekiendte Maader fuldstændigt.

Aatende Exempel. I Almindelighed om Planet er (Taf. V. Fig. 23.) skaaren efter en geometrisk Figur BAC efter Behag, og AD er Vand-Linien; men EF, GH med den parallele = y, AH = x, FH = dx. Da er $\int yx\,dx$ i Almindelighed altid Pressionen.

§. 43.

Maade at betiene sig i disse Udregninger af Middel-Trykningen.

Man seer deraf, at i Steden for at betragte en Trykning af Vand, som idelig forandres i hvert Punkt af Høiden, kan man betiene sig af en Middel-Trykning, hvilken er Vandets halve Høide; og siden antage den at være overalt bestandig i alle Vand-Lagene, eller over det hele Parallelogram. Thi man faaer da $\frac{1}{2}$AC. AC. CD, ligesom for.

§. 44.

Da denne Vandets Trykning paa Parallelogrammer af adskillig Høide, men samme Bredde, er som de innere Rum af de retvinklede Triangler, hvis Høide og Grund Linie er Vandets Høide udi Karret. §. 42. 43. Saa følger

1) At over Parallelogrammer, der ere lige i Brede, forholde sig Vandets Trykninger som Quadraterne af de dertil svarende Vandets Høider.

Følgelig om (Taf. I. Fig. 19.) ABLG, ABMI, ABCD ere Planer af samme Bredde til adskillige Høider BG, BI, BD; og DB er Axlen af den ydere Parabol BE; AB Vand-Linien, eller det øverste af Vandet; da forholde sig Trykningerne over disse Planer som de halve Ordinater GH, IK, DE, af denne ydere Parabol, der svare til Parallelogrammernes Høider.

2) Er derimod Vandets Høide den samme, forholde sig Trykningerne paa Parallelogrammerne som deres adskillige Bredder.

3) Er

Er derimod AB (Fig. 21.) Vand-Linien, og Parallelogrammet under samme, *abcd*, da forholde sig Vandets Trykninger paa adskillige deslige Flader, som disse Flader selv multiplicerede med Vandets dertil svarende Middel-Høider.

§. 45.

Ellers kan man bestemme Trykningen for et retvinklet Parallelogram, som *abcd*, der trykkes paa Siden af Vandet, (hvis Vand Linie er AB) paa denne Maade. *ecdf* forestiller det hele Parallelogram, *abcd* derimod den Deel af Parallelogrammet, hvis Side-Trykning man vil bestemme, da det er klart (§. 44. 1.), at Trykningen paa *acdb* er proportionert den over *ecdf* mindre end den over *eabf*, følgelig og proportionert Forskiellen imellem Quadraterne af Høiderne, eller $ec^2 - ea^2$.

§. 46.

Man kan deraf altid bestemme, hvad Trykningen bliver i deslige Tilfælde; thi kaldes Trykningen paa det hele Parallelogram T, da er $ce^2 : ce^2 - ae^2 = T$ til den Trykning, som *abdc* haver at udstaae.

Deraf sees ligeledes, hvorledes Trykningen af Vandet kan bestemmes paa alle Stieboer, følgelig og hvorledes deres Friktion og de Kræfter, som til den at overvinde behoves, kunde beregnes.

§. 47.

Vertikale Dekkers Trykning bestemmes.

Ligeledes og, med hvad Kræfter et Dekkel AB trykkes af Vandet i et firkantet Rør, som DCEB, Fig. 22.

§. 48.

Vandets Bredde i Karret gior intet til Trykningen, men alene Vandets Høide og den Flades Bredde, som trykkes.

I Almindelighed seer man, at i alle Tilfælde af Vandets Trykning paa Siden kommer det alene an paa Størrelsen af den Flode, som trykkes, og paa Vandets Middel-Høide, som svarer til de adskillige Planets Punkter; men aldrig paa Vandets Bredde udi Karret, fordi den trykkende Kraft beroer alene paa Høiden.

Man beviser denne vigtige Sandhed meget let ved Forsøg: For Ex. paa den Maade, som vises i Taf. II. Fig. 7. C er en huul firkantet Træ-Kasse, eller et Parallelipipedum, feiet til en Fod K. Nederst paa den ene Side af Kassen er giort en Cirkel-Aabning, forsynet med en Messing Ring B, og med en Messing-Skrue inden i Aabningen af Hullet, saa at i dette sidste Skruen *ss* (Fig. 1.) af Potten A kan passe, og Potten skrues ind, som man videre seer udi Fig. 7. I dette Forseg legges Bund-Stykket B simpel hen, uden videre Forslag, ind i Potten. Saavel Læret i Bund-Stykket maa være vel igiennemtrokken med Olie og Vand, som Giængerne i Skruen vel forsynede og indsmurte med blød Vox, at naar Vand øses i Kassen, deraf intet flyder ud. Saasnart som Vand øses ind i Kassen, trykker det paa Bunden af Potten; jo meer man øser i, desto stærkere; saa at derfor Bund-Stykket maatte trykkes plat ud af Potten. For at forekomme denne Bevægelse i Bund-Stykket, ere to Linealer, som E, anlagte nederst paa Kassen, over hvilke glider et Kors af Træ D,

hvis

hvis Tver-Stykke o stikker ind i Potten, og sleder an paa dens bevægelige Bund. For at D skal kunde med en bestemt Kraft holde imod Bund-Stykket, som vil glide ud, ere i begge Enderne af D to Silke-Snorer hestede, som lebe over Tridserne *e*. I Enderne af disse Snorer henge to Tyngder P. Det er med deres Vegt at D staaer Bund-Stykkets Bevægelse imod.

Saa tidt som Bund-Stykket i Potten er en Cirkel af liden Diameter, og imod den Vandet i Kassen af anseelig Høide, da viser Erfaring, at Tyngderne P ere paa det allernærmeste af samme Størrelse, som Vegten af en Cylinder Vand, hvis Grund-Flade er Cirklen af Pottens bevægelige Bund, og hvis Høide er Vandets Høide i Kassen, regnet til Centret af denne cirkulære Flade (eller endnu neiere Middel-Trykningens Høide). Formindskes P om ganske lidet, da glider Bunden og bevæger sig ud af Potten.

§. 49.

Fremdeles sluttes, at Vandets Trykning paa et skievt vertikal Parallelogram ABED (Fig. 17.) bliver den samme som paa et retvinklet, alene at Fladen, Vandet trykker paa, og Vandets Høide i begge Tilfælde ere de samme. Side-Trykningen bestemmes i skieve vertikale Planer.

I Almindelighed udregnes let, hvad Vandets Trykning bliver paa deslige skieve Parallelogrammer, ved at multiplicere deres Superfice med Vandets Middel-Høide, som efter det forhen sagte §. 43 er Vandets halve Høide over det hele Parallelogram.

§. 50.

Ligeledes paa Fladen af enhver Cylinder, i hvilken Vand er indsluttet.

Deraf igien sees let, hvorledes Vandets Trykning paa Fladen af enhver Cylinder, hvori det er indsluttet, kan udregnes, siden samme er saa stor som et Parallelogram, hvis Høide i de rette Cylindrer er Cylindrens Høide, og i de skieve Cylindrens Side-Linie.

Legges dertil Vegten af Vandet i Cylindren, som er Vandets Pression paa dens Bund-Stykke, da haves derved Vandets Trykning paa den hele Cylinder.

§. 51.

Det samme i firkantede Kasser og i Kubis.

Ligeledes i et hvert Parallelipipedum findes Vandets Trykning paa alle Sider og paa Bunden.

Er dette Parallelipipedum en Kubus, da er Trykningen paa alle fire Siderne to Gange Trykningen paa Bunden.

§. 52.

Almindelig Regel for alle Planers Trykning, hvad heller de ere vertikale eller skraaliggende, eller horizontale.

Vi have hidindtil ikke betragtet Trykningen af et Vand eller andre flydende Materier, uden alene i den Tilfælde, da Siden af Karret var et vertikal Parallelogram, eller dertil kunde henføres. Alle de andre Side-Trykninger ville vi indbefatte under en almindelig Regel, som opløser alle Tilfælde, hvad heller at de Flader, som trykkes af Vandet, staae lige og opreiste, eller de ere skraae, skievliggende og horizontale.

Reglen er denne. At nemlig Trykningen af Vandet paa et hvert Plan er saa stor som Vegten af Vandet i et prismatisk Kar, hvis Grund-Flade er den Flade, Vandet trykker paa, og hvis Høide er Vandets Middel-Høide. Man seer uden al Møie Rigtigheden

tigheden af denne Regel, siden naar en Kraft virker i alle Punkter ensdan, Størrelsen af Pressionen nødvendig maa blive saa stor som Mængden, eller den hele Sum af de Punkter, som trykkes, det er; saa stor som den hele Flade, der trykkes, multiplicert med Kraften, der trykker.

§. 53.

Følgelig beroer den hele Sag nu paa intet videre, end at finde en Middel-Høide af Vandet, hvilken passer sig i alle muelige Tilfælde, men man kan bevise af Tyngdens Centers Natur, at denne Middel-Høide altid er Tyngdens Centers Distance fra Vand-Linien i den Flade, som trykkes af Vandet, eller hvad anden flydende Materie, som det er (*).

(*) Man kunde her fare fort, som i Anmerkningen til §. 41, for Exempel; saa tidt som et Parallelogram er skraaeliggende og trykkes af Vand, hvis Vand-Linie er Linien af Planet, kan dog Vandets Trykning paa forrige Maade bestemmes. Er nemlig (Taf. I. Fig. 24.) Vinklen ABC bekiendt, hvorunder et retvinklet Parallelogram, som trykkes af Vandet, ADEB er bøiet ned imod Horizonten, tilligemed Siden AB; da er ligeledes Vandets Høide AC bekiendt = AB. Sin. o. Sættes Sin. o = n, AB = b, da bliver AC = nb. Kaldes videre AF x, FG dx, EB, a, da bliver den Høide Ab, som svarer til AF, = nx, og Summen af samtlig Pressionerne paa det skraaeliggende retvinklede Parallelogram $nfaxdx$, men i det Tilfælde, da Planet var vertikal, blev denne Trykning $faxdx$, følgelig forholde sig disse to Trykninger til hverandre = n : 1, eller som Sinus af Inklinations-Vinklen til den hele Sinus.

Man seer deraf, hvorledes lignedanne Opløsninger kunne gisres i andre Tilfælde, men vi ville derved ikke opholde os, da den i Forelæsningerne

§. 54.

Saa tidt derfor som dette Center er bekiendt, ligesaa tidt bestemmer man overmaade let, og uden videre Udregning, Størrelsen af Vandets Trykning paa et hvert givet og foresat Plan, hvilken nemlig altid er Tyngden af det Vand, som kan rummes i et prismatisk Kar, hvis Grund-Flade er Planet selv, og hvis Høide er Planets Tyngdes Centers Distance fra Vand-Linien, eller fra det øverste af det Vand, som trykker paa Planet.

§. 55.

ningerne §. 52 anførte almindelige Methode er den beste og alleralmindeligste, som man kan betiene sig af. Dens Bevis forstaaes overmaade let af hvad vi allerede have sagt, naar det sammenlignes med det, vi forhen have beviist om Tyngdens Center i Mekaniken §. 83 i Tillæg.

Thi vi have der sagt, at den hele Tyngde af et Plan, multiplicert med sit Tyngdes Centers Distance fra det horizontale Plan, til hvilket Figuren henføres, udgiør den samme Sum, eller alene lige saa meget, som samtlig Tyngderne af alle Planets enkelte Elementer, multiplicerte hver for sig med deres Tyngders Centrers enkelte Distancer fra samme horizontale Plan.

Men af det foregaaende sees, at Vandets Trykning paa det hele Plan findes ved at multiplicere alle enkelte Elementer af Planet med de til dem svarende perpendikulære Distancer fra det Plan, som er Vandets øverste, eller som indbefattes af to Vand-Linier, der ere perpendikulære den ene paa den anden.

Følgelig kan i alle disses Sted sættes det hele Plans Tyngde, multiplicert med dets Tyngdes Centers Distance fra det Plan, som er Vandets øverste Flade.

Følgelig bliver denne det hele Plans Tyngdes Centers Distance den Middel-Høide, hvormed det hele Plan maa multipliceres, for at faae det Prisma af Vand, hvis Tyngde er Planets Pression, saaledes som udførligere er bleven forklaret i Forelæsningerne selv, og vi derfor her ikke ville igientage.

§. 55.

Vi ville deraf slutte følgende i Brugen mest forekommende og i den Henseende nyttige Anmerkninger. Reglen anvendes i enkelte Exempler.

Første Exempel. I et ligesidet Triangel staaer, efter hvad vi forhen have beviist i de Mek. For., i den Perpendikel, som falder fra Spitsen ned paa Grund-Linien, Tyngdens Center om to Trediedele borte fra Spitsen af Trianglet, eller om en Trediedeel borte fra Grund-Linien. Deraf flyder i deslige vertikal-staaende Triangler, hvis Spitse eller Grund-Linie røre Vand-Linien, tvende Hoved-Tilfælde.

1) Om Trianglet vender med Spitsen ned ad. I dette Tilfælde er Middel-Trykningen en Trediedeel af Vandets Dybde over Trianglen eller af Trianglens Høide. Følgelig da i dette Triangel, betragtet først som vertikal Side-Plan, siden som Grund-Stykke, det Plan, som trykkes, er det samme, og de hele Pressioner ere som Vandets Middel-Høider, saa er og i disse Tilfælde Vandets Trykning paa Trianglet, betragtet som Side-Stykke, en tredie-Deel af Trykningen paa samme Triangel som horizontal Bund-Stykke til lige Høide under Vandet.

2) Vender derimod Spitsen af det vertikale Triangel i Veiret, da bliver Middel-Trykningen to Trediedele af Vandets hele Høide over Trianglets horizontale Grund-Linie, følgelig og Trykningen af Vandet i dette Tilfælde to tredie Dele af Vandets Trykning, naar det til samme Høide stod over Trianglet, som horizontal Bund-Stykke.

Andet Exempel. Er Figuren en Cirkel (Taf. I. Fig. 25.), hvis Peripherie i *a* stryger Vand-Linien, da er dens Halv-Diameter *ac* Tyngdens Centers Distance fra samme Linie, følgelig er Vandets

dets hele Pression Vegten af det Vand, som kan rummes i en Cylinder, hvis Grund-Flade er Cirklen selv, og Høiden dens Halv-Diameter.

Tredie Exempel. Er Figuren en vertikal Halv Cirkel ABC, (Taf. I. Fig. 26.) hvis Halv Diameter AB stryger Vand-Linien, da er (§. 107. b) Mekan. Forel.) dens Tyngdes Centers Distance fra Cirklens Center, om Halv Diameteren $= r$, Peripherien $= p$, $\frac{8}{3}\frac{r^2}{p}$, som multiplicert med Rummet inden i Halv-Cirklen, ACB giver den hele Pression af Vandet $= \frac{8}{3}\frac{r^2}{p}.\frac{rp}{4} = \frac{2}{3}r^3$. Saa at derfor Pressionen bliver i dette Tilfælde den Tyngde af Vand, som kan rummes i de to Trediedele af en Kubus, hvis Side er Halv-Diametern af den Cirkel, som Vandet trykker paa.

Fierde Exempel. Ligger derimod (Taf. I. Fig. 27.) Spidsen C i Vand-Linien og AB horizontal; da bliver Tyngdens Centers Distance fra Vand-Linien $= r - \frac{8}{3}\frac{r^2}{p}$, som multiplicert med det innere Rum af Halv-Cirklen, eller $\frac{rp}{4}$, giver $\frac{r^2p}{4} - \frac{2}{3}r^3$. Og da $p = \frac{22}{7}r$ noget nesten, saa bliver Trykningen $= \frac{22}{28}r^3 - \frac{2}{3}r^3$ $= \frac{5}{42}r^3$ noget nesten.

Man finder paa samme Maade, hvad Trykningen er paa alle vertikale Cirkel-Snit, hvis Grund-Linie er horizontal, siden vi i dem alle have viist, at finde Tyngdens Center. Og man kan paa samme Maader giøre Udregningerne i en Mængde andre Tilfælde, hvorved vi dog ikke ville opholde os, men lade det blive ved at have talt om de nyttigste og fornødenste.

§. 56.

§. 56.

Denne Regel gielder ligeledes, saa tidt som Planerne ere sunkne saaledes under Vandet, at deres øverste Linie ligger dybere under det, end Vand-Linien selv. Til at finde Pressionens Sterrelse, behøves da intet andet, end at multiplicere Planet med den vertikale Dybde, om hvilken dets øverste ligger under Vandet. (§. 39.) Det udkommende geometriske Rum lagt til det forhen fundne i de Tilfælde, da det øverste af Figuren rørede Vand-Linien, og siden udregnet i Vands-Tyngde, giver Planets Pression.

Denne Regel gielder ligeledes, naar det øverste af de af Vandet trykte Planer staaer et Stykke under dets øverste.

Følgelig er det atter igien det selvsamme, som om man multiplicerte det givne Plan med dets Tyngdes Centers hele Distance under Vand-Linien, eller under det øverste af Vandet. § 45.

§. 57.

Efter at have viist Maaden, hvorpaa de flydende Materiers Trykning altid kan udregnes, hvad heller at de vertikale Planer med deres øverste røre Vandet, eller ligge til en vis Dybde under det, ville vi videre see, hvorledes samtlig disse Udregninger kunne gieres for de Tilfælde, da disse Planer ligge skraae under Vandet; hvilket vi i næst foregaaende Forelæsning lovede videre at udføre, hvad nemlig Trykningen var paa de Bund-Stykker og Dekler, som ei vare horizontale.

Ligeledes og, naar Planerne i ovennævnte Tilfælde ei staae i vertikal, men i skraae Stilling under Vandet, hvad heller deres øverste stryger Vand-Linien, eller ikke.

Disse Udregninger ere intet mindre end vanskelige, thi saasnart den Vinkel er given, hvorunder Planet er skraae lagt an imod Horizonten, saa er tillige den given, hvilken den Linie gier med Horizonten, der i Planet er den Tyngdens Centers Diameter, som vi her bør tage i Betragtning. Er denne (Taf. I. Fig. 28.) Tyngdens Centers Diameter, som nemlig haver den samme Inklinations-Vinkel med Planet,

den Linie AB, og i samme Tyngdens Center C, BE horizontal; Da om man trekker CD parallel BE, er ACD ligedan med ABE, følgelig, naar AC er given, er AD og given, eller AC. Sin. ABE. Følgelig er Tyngdens Centers Distance DA eller C*n* fra Vand-Linien AF given, og behøves siden intet andet, end at multiplicere det hele givne Plan, hvad for et det og er, med denne Linie C*n*, for at finde det geometriske Rum, hvilket, fyldt med Vand, giver den Tyngde, som er Pressionen paa det foresatte Plan.

§. 58.

Eller ligge dybere under den.

Videre behøves ikke at erindre i Henseende til samtlig de skraaeliggende Planer, saa tidt som deres øverste stryger Vand-Linien. Ere de endnu desuden sunkne under Vandet til en vis Dybde, for Ex. G*n*, da er GC den Distance af Tyngdens Center, hvormed det hele Plan maa multipliceres, for at finde det tidt omtalte geometriske Rum, hvis Tyngde udi Vand er Planets Trykning.

§. 59.

Anmerkning om koniske og pyramidalske Superficers Trykning paa Siden, naar de ere fyldte med Vand.

Vi ville til Slutning endnu giøre nogle faa Anmerkninger, hvilke høre herhid, og som angaae Trykningen paa Siden i hele legemlige Figurer.

Første Tilfælde. Er (Taf. II. Fig. 14. 15.) Figuren en ret Keile, fyldt med Vand, hvilke derfor trykkes indvendig af Vandet over sin hele innere Flade; da er det bekiendt, at samme Flade udstrakt i en plat Figur, er et Cirkel-Snit ABC, og at dette derfor er det Plan, som skal multipliceres med Middel-Høiden af Vandet. Denne Middel-Høide findes let, thi da alle de smaa Triangler, som

ABD,

AB*d*, i hvilke man kan betragte den koniske Flade som opløst, ere lige store og ensdan inklinerte imod Horizonten, saa ligge og alle deres enkelte Tyngdes Centrer alle i samme Distance fra Vand-Linien; alene derfor at Tyngdens Centers Distance fra Vand-Linien findes i en af dem, findes den for dem alle, saa den bliver, naar Spitsen vender op efter, to Trediedele af hele Keilens Høide, §. 45.

Vender derimod (alt for Resten lige) Grund-Fladen af Keilen EFG i Veiret, bliver denne Trykning ikke uden ABC multiplicert med den Middel Høide, som er en Trediedeel af Keilens Høide.

Andet Tilfælde. For de reguliere Pyramider er Udregningen fuldkommen den samme; nemlig udi dem tages i det Tilfælde, da Spitsen staaer perpendikulær paa Vand-Linien, to Trediedele af Perpendiklen fra samme Spitse paa Grund-Fladen, og i den Tilfælde, da Grund-Fladen ligger paa Vand-Linien en Trediedeel af samme Perpendikel, for deraf at bestemme Vandets Middel-Høide efter §. 45 og 105 M. F.

I øvrigt da vi her allerede have været vidtløftige, ville vi ikke opholde os ved at forklare andre deslige Tilfælde, som enhver, der ret haver forstaaet det allerede sagte, af sig selv fuldkommen vel er i Stand til at opløse.

Fierde Forelæsning.

Fortsættelse om Vandets Trykning paa Siden. Om Trykningens Center. Om Vandets Ligevegt i Rør og Kar, som have felles Aabning. Om Vand-Linien og Vand-Snittenes Ligevegt under sig i et og det samme Kar.

§. 60.

Trykningens Center forklares.

Det i forrige Forelæsning forklarte, giver os Anledning til at tale om Centret af Vandets Trykning.

Man forstaaer ved dette Center et Punkt i den Flade, som trykkes af Vandet, udi hvilket, om man holder perpendikulær imod med en Kraft, der er ligesaa stærk, som Vandets hele Trykning paa Planet, da staae begge disse Kræfter udi Ligevegt sammen.

Saaledes, om (Taf. II. Fig. 18.) ABCD er et Plan efter Behag, hvilket paa den ene Side trykkes af Vandet, imidlertid at paa den anden en Kraft efter den Direktion FE perpendikulær paa Planet holder i det Punkt E imod med lige saa stor Pression, som Vandets er, og begge Kræf-

ter

ter derved staae udi Ligevegt sammen, da er det Punkt E Trykningens Center.

§. 61.

Man bestemmer let dette Punkt, siden det er det samme, som Stødets Center, hvilket man derfor kan bestemme efter de foranførte og bekiendte Regler i Mekaniken.

Og beviser, at være det samme med Svingets Center.

For at bevise, at Trykningens og Stødets eller Svingets Centrer ere udi et og det samme Plan et og det samme Punkt, haver man alene nødig at betragte Kræfternes Natur udi begge disse Tilfælde, da man let seer, at de ere over hele Planet af samme Forhold og Beskaffenhed i begge Tilfælde. Saa at derfor det Punkt, i hvilket en eneste Kraft staaer i Ligevegt med samtlig de Kræfter, som ere strødde over det hele Plan, maa i begge være et og det samme.

Til den Ende behøves alene at betragte det Igiennemsnit af Planet, over hvilket dets Elementers enkelte Tyngders Centrer ligge (Taf. II. Fig. 17.), eller den rette Linie AB, forlænget til Vand-Linien udi C, om nødig giøres, og i samme de Punkter D, E, F. Er da CI Vand-Linien, GD, HE, IF perpendikulære paa den; da er Trykningerne i D, E, F, (hvilke, om de uhindret kunde virke, frembragte levende Kræfter) som GD, HE, IF. §. 38.

Dersom derimod AB, betragtet som bevægelig om det Punkt C, ansees som at svinge omkring dette Punkt, saa den faldt fra CI til CB, da bleve de i D, E, F ved dette Fald tilveiebragte Kræfter, som Quadraterne af Hastighederne, eller som Høiderne GD, HE og IF, men Summen af disse Kræfter er Kraf-

ten i Støbets Center, §. 319 Mek For.: Summen af det Ilydendes ligedanne Kræfter Kraften udi Trykningens Center, §. 60. Følgelig ere disse to Centrer et og det samme Punkt, bestemte i §. 320 Mek. For.

§. 62.

Trykningens Center bestemmes i de fornemmeste Tilfælde, hvilke i Brugen forekomme.

Vi ville anvende det allerede sagte til de enkelte Tilfælde, hvilke mest forekomme i Brugen og Udøvelsen.

Første Tilfælde. Er den Figur, som Vandet trykker paa, et vertikal Parallelogram ABDC (Taf. II. Fig. 18.) og AB Vand-Linien, da er dette det samme, som om denne Figur var hengt op til at svinge hen efter sit Plan i det midterste Punkt G af sin øverste Grund-Linie AB. Men i dette Tilfælde veed man, (§. 160. b. Mek. For.) et Svingets Center falder i den Diameter af Tyngden GH parallel BD, og udi samme i det Punkt E saaledes, at GE $= \frac{2}{3}$GH, følgelig er E og Trykningens Center, §. 61.

Andet Tilfælde. Er Parallelogrammet vel, ligesom før, vertikal, men tillige lagt under Vandet til den Dybde IH $= a$, og Høiden GH kaldes desuden c, da veed man, at Svingets Center falder fra I af ned efter paa IH, igiennem Tyngdens Center, over det Punkt E saaledes, at $IE = \frac{a^2 + ac + \frac{1}{3}c^2}{a + \frac{1}{2}c}$, hvilket følgelig, efter det oven sagte, ligeledes er Trykningens Centers Distance fra Vand-Linien.

Tredie Tilfælde. Er (Taf. I. Fig. 25.) Figuren en vertikal Cirkel, hvis øverste a støder an paa Vand-Linien, da ligger Svingets Center d i Diametern ae om $\frac{1}{8}ae$ dybere end Vand-Linien, (160. c) Mek. For.) saa at derfor $\frac{1}{8}ae$ er Trykningens Center.

Fierde

Fierde Tilfælde. Er desuden Cirklen synket ned under Vandet om den Distance $fa = c$, bliver Svingets Centers hele Distance fra Henge-Punktet, om Diametren $= d = \frac{16dc + 16cc + 5dd}{16c + 8d}$.

Ligger i denne sidste Tilfælde Cirklen anseelig dybt under Vandet, saa d bliver en nogenlunde liden Størrelse imod c, da kan $5dd$ og $8d$ ansees som meget smaa Størrelser eller for intet, saa derfor Trykningens Centers Distance bliver noget nesten $c + d$, og følgelig fast det samme, som Tyngdens eller Cirklens Center.

§. 63.

Ligger (Taf. III. Fig. 1.) et og det samme Plan snart meer, snart mindre under Vandet, saa blive dog Pressionerne paa de samme Punkter C, D, B i den første Tilfælde, nemlig iC, FD, GB, fuldkommen i samme Forhold som Pressionerne bC, ED, kB i den anden Tilfælde; thi de blive i begge udi den Forhold af AC : AD : AB. Følgelig bliver og Trykningens Center altid uforandret, ihvorledes end at det samme Plan ligger under Vandet, alene at det Punkt A idelig bliver i den samme Horizontal- eller Vand-Linie.

§. 64.

En Tilfælde, da Tyngdens Center kan være Trykningens Center.

Ligger AB horizontal, saa bliver Punktet A, og den til det svarende Axel, omkring hvilken det skulde svinge uendelig langt borte; følgelig er i dette Tilfælde Tyngdens Center og Planet i en overalt lige tung flydende Materie, tilli-

ge

lige Trykningens Center; fordi naar Tyngdens Center bliver Henge-Punktet, er Distancen af Svingets Center uendelig stor. Mekan. Forel. §. 156. 157.

§. 65.

Dæmningernes virkelige Tykkelse bestemmes.

Man kan betiene sig af det hidtil sagte i at bestemme Modlagenes Tykkelser i Mure, Diger, Demninger og deslige, som kunne være i Stand til at staae Trykningen af Vandet imod. Vi ville til den Ende antage (Taf. II. Fig. 16.) at ABCE er Giennemsnittet af et saadant Verk og dets Skakning. Vandets hele Trykning paa ABCE er bekiendt af §. 52. Naar det staaer til den Høide EF, er den nemlig $\frac{1}{2}EF.EG = \frac{\frac{1}{2}EF^2}{\text{Sin. } o}.m$, naar ved o forstaaes Skaknings-Vinklen BED, ved m Tyngden af 1 Kubik-Fod Vand; forudsat, at EF er givet i Fødder, og at den hele Sinus $= 1$.

Denne Tyngde af Vand er forenet i Trykningens Center, hvilket efter §. 62. ligger paa GE under G udi H saaledes, at $EH = \frac{1}{3}GE$, og fordi Trykningen af Vandet er i alle Punkter perpendikulær paa EG, da om E ansees som det Punkt, omkring hvilket Linien BE ved Vandets Trykning skulde blive bevæget, bliver HE Vegt-Stangen, hvorpaa Pressionen af Vandet virker, og dennes hele Moment belober sig til $\frac{\frac{1}{6}EF^3}{(\text{Sin. } o)^2}.m$.

Dette Moment skal Momentet af Tyngden udi ABEC tilintetgiøre, og ved sin Modstand forhindre, at Linien BE

BE ikke kan bevæges omkring E. Skakningen DE antages i deslige Arbeider altid som given imod BD, som en vis Deel af den nemlig, hvorfor den kan sættes at være $\frac{BD}{n}$. Sættes desuden BDE at være overalt af samme Materie, bliver dens Tyngde dens Indhold proportionert $= \frac{BD^2}{2n}p$. Ved p forstaaes, hvad en Kubik-Fod af Materien, som BDE er opfort af, veier. Denne Tyngde er samlet udi Trianglets Tyngdes Center K, og virker i samme imod Vandet paa den Vegtstang NE, som bestemmes, naar fra K Perpendiklen KN kastes ned. Saa Tyngdens hele Moment i Trianglet $= \frac{BD^2}{2n} \cdot p.\ NE = \frac{BD^3}{3n^2}p$. Thi $NE = \frac{2}{3}DE$, fordi, i Følge Tyngdens Centers Beskaffenhed, $KN = \frac{1}{2}SN$, og $KN = \frac{1}{3}BD$. §. 105. Mek. For.

Tyngden af Parallelogrammet ABCD ligeledes betragtet som BDE, bliver AB. BD. p. Og naar L er Midt-Punktet, eller Tyngdens Center, hvorfra falder Perpendiklen LM, da bliver dets Moment (AB. BD. p.) $MD + DE$. Sættes de to sidste Momenter at være saa store som det første, da findes deraf DM og AB. Kaldes nu EF, a. BD, b. AB, x. Da bliver $\frac{ma^3}{6(\text{Sin. o})^2} = \frac{pb^3}{3n^2} + \frac{bpx^2}{2} + \frac{b^2px}{n}$. Man udleder deraf let følgende enkelte Tilfælde.

1) Om Dæmningen, eller Muren, er uden Skakning; da bliver $n = \infty$. Sin. o $= 1$, og $x = \sqrt{\frac{ma^3}{3bp}}$.

Saaledes om en Kubik-Fod Muur antages at veie 120 Pund; en Kubik-Fod Vand 70 Pund; bliver $\frac{m}{p} = \frac{7}{12}$ og $x = \sqrt{\frac{7a^3}{36bp}}$.

2) Er desuden i forrige Tilfælde $a = b$, da bliver $x = a\sqrt{\frac{m}{3p}}$.

§. 66.

Vandets overste er altid et horizontalt Plan, naar Superficen alene bestemmes af Tyngden.

Vi have i det forrige adskillige gange talt om Vand-Linien, eller om den Linie, som stryger det overste af det Flydende. For vi gaae videre, ville vi agte, at den, naar det Flydende hviler, altid er horizontal. En Anmerkning, som fast i alle hydrodynamiske Undersøgninger er uforbigiængelig nødvendig. Saa deraf følger, at den overste Flade af et Flydende, der er overladt til sig selv, uden at blive tumlet af udvendige Kræfter, er altid et fuldkommen horizontalt Plan.

For at bevise denne vigtige Sandhed, behøves intet andet, end at erindre, hvad vi i det foregaaende have sagt; (§. 16.) at nemlig de flydende Materier søge at undvige efter alle Direktioner lige meget. Alle Punkterne i et og det samme horizontale Lag maa derfor, om Ligevegt skal have Sted, trykkes oven fra lige stærk. Folgelig kan Superficens Figur af Tyngden ikke være (Taf. III. Fig. 3.) som *abcd*, fordi et Punkt i *abcd* blev da unegtelig trykt meer, end det andet, formedelst det Flydendes adskillige Høider i de vertikale Linier.

§. 67.

§. 67.

Undersøgning af de Kars Bevægelse over inklinerte Planer, som ere fyldte med Vand.

Trykningen paa Siden gior en anseelig Forandring imellem de flydende og faste Tings Bevægelse over et skraaeliggende Bret. De første nemlig give de Kar, hvori de indsluttes, en stærkere Drift til Bevægelse ned efter Planet, end de sidste.

Thi er (Taf. III. Fig. 2.) ABC et skraaeliggende Plan, DEFG et prismatisk Kar, som ved sin Tyngde er i Drift til at glide ned efter BA; da siden Vandets overste altid staaer horizontal, bliver DH (§. 66.) parallel AC, eller med Vand-Linien. HF er derfor Vandets Høide paa GF, naar DE er Vandets Høide over DE. Trykningen bliver derfor, om Planerne, som svare til DE og GF, ere lige brede, større over DE, end over GF, over begge i Forhold af $DE^2 : HF^2$, (§. 44. 1.) og saaledes anseelig større over Siden DE, end over Siden HF.

§. 68.

Holdes Karret saa fuldt med Vand, som mueligt, og man trekker den Linie EH, som deler Vandet i de to Triangler DEH og EHF; da i hvorledes end at Vandet synker fra G til F, bliver Trianglet DEH dog altid det samme, i hvorledes nemlig, at end Planet enten nærmer sig meer til Vertikalen, eller boies dybere ned imod Horizontalen, thi samtlig disse Triangler staae altid over den samme Grund-Linie DE og imellem de samme Parallelet DE og GF.

Folgelig falder den hele Forandring og Forskiel i Vandets Mængde alene i det Triangel EHF, saa at jo høiere Planet stiger imod Vertikalen, desto mindre bliver Høiden HF af Trianglet, jo meer det daler imod Horizonten, desto større bliver HF.

Saa tidt derfor som en Kraft skal trekke Vand op over et skraaeliggende Plan; bør to Ting betragtes, som hielpe og hindre denne Kraft paa samme Tid. Jo dybere nemlig Planet ligger sunket ned imod Horizonten, desto lettere bevæges Vand-Spanden i denne Henseende §. 21. Stat. For., men desto tungere bliver den i en anden; i denne nemlig, at jo nærmere Planet ligger Horizonten, desto meer Vand er der i Spanden, og desto tungere falder Bevægelsen.

I Henseende til at Kraften paa en Maade besværes, og paa en anden tillige hielpes under samme Inklinations-Vinkel BAC, maa derfor nødvendig blive en vis Vinkel, under hvilken den gior sin største Virkning, og i Henseende til begge haver de største Fordele, saa den kan i samme Tid bevæge en ulige større Mængde af Vand op over Planet, end under alle andre.

§. 69.

Under hvad Inklinations-Vinkel af Planet en Kraft, som løfter, yttrer sin største Virkning.

Dersom man undersøger denne Vinkel i den Hypothese, at EF = GF, da findes til den noget nesten at svare $24^{\circ}\,21'$; saa at under denne Inklination af Planet den samme Kraft altid i samme Tid bevæger den største Tyngde

Tyngde af Vand op efter Planet (*), naar man i disse Udregninger ikke videre bekymrer sig om Friktionen paa Planet.

(*) Beviset er let at see. Vandets foranderlige Mængde er som Høiden HF, derimod beroer Kraftens Fordeel i at trekke op efter paa den Forhold $\frac{BC}{AB}$, eller paa Høiden af det inklinerte Plan BC; eller, hvilket er det samme, paa Sinus af Inklinations-Vinklen BAC, om den hele Sin. $= 1$, saa det hele Momentum af Kraften er Vandets Tyngde multiplicirt med BC. Og følgelig, da Vandets foranderlige Tyngde altid er proportionert HF, bliver dette Moment ligeledes proportionert HF. og saaledes i alt $=$ HF. Sin. BAC.

I det søgte Tilfælde derfor, i hvilket Virkningen skal i samme Tid være den største, maa HF. Sin. BAC være i sit største eller mindste, hvilket altid kan bestemmes efter de bekiendte Methoder.

Er nemlig den søgte Sinus $\frac{BC}{AB} = x$; eller om $AB = 1$, $BC = x$, da maa agtes, at fordi DGH og BAC ere ligedanne Triangler, thi DH er horizontal, og DG er parallel EF, da om Bredden $DG = b$ er $AB : BC = DH : GH$, eller om $GH = z$ er $1 : x = \sqrt{bb + zz} : z$, saa $z = x\sqrt{bb + zz}$, og følgelig $z = \frac{bx}{\sqrt{1 - x^2}}$. Kaldes Høiden GF, a, da bliver $HF = \frac{a\sqrt{1 - x^2} - bx}{\sqrt{1 - x^2}}$, og $HF. BC = \frac{ax\sqrt{1 - x^2} - bx^2}{\sqrt{1 - x^2}}$, som er den Størrelse, hvis Egenskab skal søges i det Punkt, hvor den ikke meer voxer, eller Differentialet er intet.

Saaledes

§. 70.

I Rør, hvis Vand flyder frit af det ene i det andet, staaer Vandet i begge altid lige høit,

Vandets Trykning paa Siden er Aarsag i at det, saavel som alle andre overalt lige tunge flydende Materier, altid staaer lige høit over Horizontal Linien i to Rør, der have felles Aabning, ihvorledes end at deres adskillige Grene ere beskaf-

---

Saaledes bliver $\frac{(4b^2x^3 + \frac{2b^2x^5}{1-x^2})\sqrt{1-x^2}\,dx}{2bx^4 - 2bx^2} + dx = 0$,

Eller $(2bx + \frac{bx^3}{1-x^2})\sqrt{1-x^2} = a - ax^2$, hvoraf videre findes, naar Ligheden bringes til sin simpleste Skikkelse,

$$\begin{matrix} b^2x^6 - 4b^2 \\ + a^2x^6 - 3a^2 \end{matrix}\Big)x^4 \begin{matrix} + 4b^2 \\ + 3a^2 \end{matrix}\Big)x^2 - a^2 = 0.$$

Som er den almindelige Lighed, der passer sig paa alle Tilfælde, i hvad Forhold af Størrelse endog EF og GH have til hverandre.

Sættes $b^2 = a^2$, og Ligheden gjøres overalt af samme Dimensioner ved den bekiendte Størrelse c, som det er Sinus totus, da faaes $x^6 - \frac{7}{2}c^2x^4 + \frac{7}{2}c^4x^2 - \frac{c^6}{2} = 0$, hvilket igien forandres til en Kubisk Lighed, ved at sætte $\frac{x^2}{c} = y$, hvorved faaes omsider denne anden $y^3 - \frac{7}{2}cy^2 + \frac{7}{2}c^2y - \frac{1}{2}c^3 = 0$.

Opløser man denne Lighed efter de sædvanlige Regler, findes $y = \frac{17}{10}$ noget nesten. Følgelig da $x = \sqrt{cy}$, og c eller Sin. tot. $= 100000$, faaes $x = 41231$ noget nesten, hvilket viser; at Sinus totus forholder sig til Sinus af Inklinations Vinkten, omtrent som 100000 : 41231, eller omtrent som 5 : 2, hvortil i Taflerne svarer paa det nærmeste, som oven sagt, $24^\circ 21'$.

Og man seer videre, at i det søgte Tilfælde Planets Høide forholder sig til dets Længde $= 5 : 2$.

beskafne. Man kan inddele det herhid horende i to Hoved-Tilfælde. Den ene, naar Mellem-Roret er horizontal; den anden, naar det er skraaeliggende.

eller efter den samme Vand-Linie i begge, og der i alle Tilfælde.

Første Tilfælde.

Naar Mellem-Roret er horizontal.

Første Exempel. Ere (Taf. III. Fig. 4.) AB og DC to Ror, begge perpendikulære paa det horizontale Mellem-Ror BC, og det Lag Vand, som ligger i *ef*, tages under Betragtning, da er det klart, at om Ligevegt skal være imellem Vandet i AB og det i DC, maa nodvendig Trykningen over samme Grund-Flade *ef* være lige stor fra begge Ror; men naar Grund-Fladen er den samme, maa nodvendig (§. 26. 2.) for at dette kan skee, Vandets Hoide, som trykker, i begge Ror være den samme. Folgelig maa *g*B være = *h*C.

Andet Exempel. Er BC horizontal (Taf. III. Fig. 5.), men Rorene AB og DC ei begge, som for, parallele og vertikale, men et af dem, CD nemlig, skraaeliggende, da veed man af §. 26, at Trykningen af Vandet udi *h*C dog ikke er storre, end om Hoiden var *g*B, om begge Rorene ere lige hoie. Folgelig er i dette Tilfælde endnu Linien *g*D, hvortil Vandet staaer i begge Ror, horizontal.

I Almindelighed; da efter det forhen sagte Vandets Trykning aldrig beroer paa sin Mængde og paa Karrets Figur, men alene paa dets Hoide i Vertikalen, eller i den Direktion, hvorefter Vandet trykker, (§. 24.). Saa maa

ei

ei alene i denne Tilfælde, da de to Rør ere af ulige Bredde, og ulige inklinerte, skiønt begge retlinede, men endog i alle andre, som (Taf. III. Fig 6.) ABCD; hvor Rørene ere, paa hvad Maade man vil, ulige boiede, Vandet altid staae til lige Høide over Horizontal-Linien *bc* efter Vand Linien *gh*.

Andet Tilfælde.

Om Mellem-Røret er skraaeliggende.

Første Exempel. Er Mellem-Røret *i*C derimod (Taf. III. Fig. 7.) skraaeliggende, og man trekker de horizontale Linier *i*K og *i*C; da efterdi i det skieve Rør *e*C Vandets Høide er = KC, bliver Trykningen af Vandet i Røret *em* paa *nm* saa stor som Trykningen af KC paa *nm*. Følgelig hæve disse to Trykninger hverandre op, saa at derfor, om Ligevegt skal være, maa Høiden af den flydende Materie over Horizontal-Linien *ek* endnu være lige stærk. Følgelig maa Vandet i *gi* og *h*K endnu bestandig holde den samme horizontale Linie *gh*.

Andet Exempel. Da Mellem-Rørets Længde gior aldeles intet til Sagen, saa følger, at om dette sidste end er plat borte, maa (Taf. III. Fig. 8.) Trykningen paa *ab* dog være lige stor i begge Rørene, om i dem det Flydende skal holde Ligevegt. Følgelig maa Vandet i *ch* og Vandet i *db* endnu have samme Høide over Horizonten. Jeg haver holdt for tienligt, at udføre dette udførligere, endskiønt at det lader sig strax og umiddelbar slutte af §. 66.

§. 71.

§. 71.

Deraf sees atter igien, hvad vi for have erindret, at nemlig en meget liden Mængde af Vand kan foraarsage en ligesaa stor Trykning som den allerstorste. Saa at, om det Ror A (Taf. III. Fig. 9.) var af saa stor Størrelse, som man selv vil, saa stor endog at det kunde rumme et heelt Hav, og det tillige havde felles Aabning med det smalle Ror B, som vi ville sætte, kunde fyldes med nogle faa Draaber Vand; kunde dog den hele Mængde af Vand udi A ei drive det i B høiere, end det selv staaer over Horizontal-Linien.

§. 72.

Det foregaaende kan og bevises af det Cartesianske Princip om Kræfternes Ligevegt, som vi forhen have talt om i Statik.

Man kan bevise dette sidste af den samme Grund-Lærdom, som vi tilforn have betient os af udi Statik, og saaledes bringe begge disse Videnskaber, der handle om Ligevegten, til en Grund-Sætning. Nemlig, at i de Ting, der holde Ligevegt med hverandre, ere Kræfterne som Massen, eller Materiens Mængde, multiplicert med Hastigheden. §. 26. Mek. For. Og folgelig Massen i enhver af dem, som Hastigheden i den anden Ting.

Saaledes er det klart, at om Vandet i A og B skulle staae i Ligevegt sammen, og i A under samme Høide, *ab* for Ex. rummedes tusende Gange saa mangen Materie, som i B; da om i A Vandet skulde falde igiennem *ab*, maatte det stige tusinde Gange hastigere i B, end det faldt i A. Da derfor Vandets Hastighed i B er ligesaa mange Gange

 større,

større end Vandets Hastighed i A, som Massen i A er større end Massen udi B, saa følger; at Materiernes Mængder i begge forholde sig som Hastighederne forkeert, og følgelig, at de af denne Aarsag under samme Høider over Horizonten staae i Ligevegt sammen.

§. 73.

Man kunde deraf udlede alt det, vi forhen have sagt, men da den først brugte Maade er grundet fuldkommen i de flydende Tings første Natur, og dette sidste Princip derimod ei er uden indirekt, ville vi ei længere derved opholde os.

§. 74.

Alle Vand-Lag staae i Ligevegt med hverandre i et Kar, i hvorledes de end betragtes, naar ingen anden Kraft, end Tyngden alene, bestemmer Figuren af Vandet.

Vi ville alene fremdeles slutte af vores forrige, at dersom (Taf. III. Fig. 10.) flere Rør A, B, C, have felles Aabninger med hverandre, ved Hielp af Mellem-Rore, da staaer dog Vandet i dem alle lige høit, saa at deres øverste Flade bestandig stryger Horizontal-Linien. §. 70.

§. 75.

Af dette sidste følger, at i hvorledes man end betragter Vandet i et Kar, enten efter vertikale, eller skraaeliggende, eller horizontale Lag, staae alle disse Lag dog altid i Ligevegt med hverandre.

Thi dersom i det Tilfælde af §. 74 alle Mellem-Rorene, som *de*, *fg*, bleve uendelig smaa, var den der omtalte Sætning desuagtet ikke mindre rigtig, end forhen. Men i denne

i denne sidste Hypothese flod alle Vand-Rørene A, B, C, sammen, og holdt derfor ligesaameget Ligevegt siden, som for.

Og da det intet gior til Sagen, hvad heller Rørene ere skieve eller rette (§. 70), saa følger, at ihvorledes end man betragter Vand-Lagene, som skraaeliggende nemlig, eller som vertikale; staae de dog endnu altid under sig i Ligevegt.

Følgelig staaer Vandet, naar det er overladt til sig selv, uden at bevæges af en fremmed Aarsag, i Henseende til alle dets Dele og efter alle Direktioner i en fuldkommen Ligevegt.

§. 76.

I øvrigt seer man nu let, hvad Kraft der behoves (Taf. III. Fig. 11.) til at holde Ligevegt udi *de* med en Tyngde af Vand i AC, naar nemlig Vandet staaer i Røret AC til større Høide, end i Røret D*e*, hvor Kraften P holder imod over *de*.

Thi er B*de* den horizontale Linie, som stryger det øverste af Vandet udi Røret *de*, da staaer *e*D udi Ligevegt med BC, og Trykningen af Vandet udi AB imod Kraften *de*, er saa stor som den Vegt af Vand, der kan rummes udi det Prisma, hvis Indhold er *de*. AB. §. 70.

Følgelig maa og den Tyngde P, som over *de* skal holde imod, være af samme Vegt.

Femte Forelæsning.

Om
de flydende Tings Virkning paa de faste, som i dem nedsynkes. Om de flydende Tings Forhold til hverandre, saavel i Kræfter, som i Tyngde. Og i Almindelighed om Tingenes specifike Tyngde.

§. 77.

Delene af en flydende Materie holdes af de andre omkring staaende med Kræfter, saa store som deres Vegt.

Da vi beviiste i vores sidste Forelæsning, at de flydende Materier, som ei blebe satte i Bevægelse af fremmede Kræfter, holdt i alle deres Dele i alle Henseende Ligevegt med hverandre; saa giøre vi Begyndelsen af dette igien, med en Slutning, som deraf umiddelbar flyder; at nemlig enhver Deel af den flydende Materie, af hvad Figur og Storrelse den end er, holdes af de omkring staaende med Kræfter, hvilke ere af samme Storrelse, som dens Tyngde, om den virker ved sin Tyngde alene.

Virker det Flydende desuden ved Kræfterne af en Pression, for hvilken den flydende Materies Dele ei kunne undvige, da holde dog endnu de omkring staaende imod

med

med Kræfter, der ere i Størrelse som Tyngden af den indsluttede flydende Materie; fordi en flydende Materie, for under Trykningen bestandig at kunne blive flydende, maa nødvendig efter alle Drive-Linier trykke ligesaa stærk igien, som den selv trykkes. §. 16.

§. 78.

Hvad de i flydende Materier nedsunkne Ting tabe i deres Vegt.

Vi betragte derfor i det følgende ingen anden end den de flydende Materiers Trykning, som kommer af deres egen Tyngde, og endnu meer ville vi i denne Henseende alene fæste vores Agtsomhed paa de af dem, som overalt ere lige tykke, og ei lade sig sammentrykke.

Da man strax seer, at dersom i en flydende Materie en fremmed Ting synkes ned, hvad heller den er fast eller flydende (vi antage tillige, at disse sidste ei blande sig med det, de synkes ned i), saa drive de nødvendig saa meget af den flydende Materie ud af sit Sted, som de selv ere store til.

Da de derfor, efterat dette er giort, maa udstaae den samme Trykning af det omkring staaende Vand, som den Deel flydende Materie for udstod, i hvis Sted de ere komne, saa følger; at enhver fremmed Ting, som synkes ned i Vand, eller hvad anden flydende Materie det er, i den nødvendig maa tabe saa meget af sin Vegt, som den flydende Materie veier, det haver jaget af sit Sted, det er; hvad den Deel flydende Materie veier, som haver lige Størrelse med det fremmede Legeme, der er sunket ned i Vandet, eller i det Flydende. §. 77.

§. 79.

Det Flydende synes ikke at veie i sit eget Element.

Dette er Aarsagen, hvorfor de flydende Materier ikke synes at veie i deres eget Element, saa og, hvorfor alle de Ting, der ere under Vandet, holdes med ulige mindre Kræfter, end naar de komme over det i den frie Luft. Vil man giore Forsoget, skal man finde, at en Spand Vand i Vandet synes fast at være uden Tyngde. Saasnart derimod som den kommer i frie Luft, foler man først, hvor meget den veier. Steen og andre tunge Ting ere ligeledes langt lettere i Vandet, end i Luften, af Aarsag, at de bæres af det omkringstaaende Vand med en Kraft, der er af samme Storrelse, som det Vands Vegt, hvilket ved dem er blevet jaget ud af sit Sted.

§. 80.

Denne Anmerkning, som er i utallige Henseender af den betydeligste Vigtighed, ville vi Stykke-Vis nærmere forklare; og til den Ende tage tre Slags Legemer i Betragtning. 1) De, som ere lige tunge med de flydende Materier, i hvilke de synkes ned. 2) De, som ere tungere end dem. 3) Og endelig de, som i Sammenligning med dem ere lettere.

§. 81.

Fremmede Legemer af samme Tyngde, som en flydende Materie, blive i den

Man seer da strax, at saa tidt som et fremmed Legeme er af samme Tyngde med det Flydende, maa det overalt, hvor det i samme stilles, blive staaende; fordi Trykningen

ningen og Igien-Trykningen ere i dette Tilfælde begge lige store.

overalt staaende stille, naar de nedsynkes.

§. 82.

Saa tidt derimod som det fremmede Legeme, der synkes ned i det Flydende, er tungere end dette sidste, da er det klart, at siden det taber i det Flydende saa meget af sin Vegt, som det Flydende af samme Storrelse veier, drives det saaledes nedsunkne alene ned efter med en Kraft, som er Forskiellen imellem det Flydendes under samme Storrelse, (eller udvortes Omsvob) og dets egen Tyngde. I denne Tilfælde taber det i Vandet altid i Forhold af sin geometriske Storrelse; et dobbelt stort Legeme, af samme Slags nemlig, taber dobbelt, et tredobbelt, tredobbelt o. s. v.

De derimod, som ere tungere, end det Flydende, synke i det med Forskiellen af deres og det Flydendes Tyngde under samme Superfice.

§. 83.

Er det nedsunkne (Taf. III. Fig. 12.) lettere end det Flydende, og *ab* er Høiden af det Flydende eller af Vandet, fra Vand-Linien af til det underste af det nedsunkne Legeme *cb*; da drives *cb* ned efter med en Tyngde af Vand proportionert *ac*, derimod drives det op efter med en Kraft, proportionert Tyngden af Vandet over samme Grund-Linie, hvis Høide er *ab*. Folgelig er den sidste Trykning storre, end den første, om en Kraft proportionert *cb*, thi Side-Trykningerne ere overalt i Ligevegt med hverandre.

De lettere derimod stige i det Flydende med en Kraft, saa stor som samme Forskiel.

Da nu Tingen selv synker ned efter i *cb* med en Kraft, saa stor som dens egen Tyngde, og den Kraft, det Flyden-

de

de driver *cb* op efter med, er Tyngden af den dettes Deel, som Tingen *cb* haver jaget ud af sit Sted §. 78, saa følger.

At saa tidt, som en Ting er lettere, end Vandet, stiger den i Høiden med Kræfter, der ere saa store, som Forskiellen imellem dens egen Tyngde og det Flydendes af samme Størrelse, som den selv er.

§. 84.

Hvor dybt de Ting synke i det Flydende, som er lettere, end det selv er.

Deraf følger videre (Taf. III. Fig. 13.), at enhver Ting, som er lettere end Vandet, synker i det saa længe, til den af den sunkne Deel *dbe* haver jaget saa megt Vand ud af sit Sted, som den hele Ting *abc* er tung; fordi, saa snart denne Deel er under Vandet, finder det omkringstaaende Vand den samme Trykning, som den, det stod i Ligevegt med, forend Vandet blev jaget ud af sit Sted.

§. 85.

Hvad Kraft der behøves for at holde de Ting under det Flydende, som ere lettere, end det selv er.

Vil man med en Tyngde P trykke en fast Ting, som er lettere end Vandet, saaledes ned, at dets øverste *ac* net op stryger Vand-Linien, da er den Kraft, som dertil udfordres, den Forskiel, der er imellem Tyngden af Legemet *abc* og af det Vand, som haver samme Størrelse og Omkreds med *abc*.

§. 86.

Hvad Kraft der behøves for at holde en Ting, saa den ei falder, naar den er ned-

Er derimod (Fig. 14.) en Ting A, der er sunket ned i Vandet, tungere end det selv, og den skal i denne Stilning holdes af en vertikal Kraft P, da maa P altid være

saa

saa stor, som Forskiellen imellem den Ting A dens Tyngde og Tyngden af den Masse Vand, der rummer ligesaa meget, som A.

sunket i et Flydende, der er lettere, end den selv er.

§. 87.

Videre sees; at om end (Fig. 15.) en Ting A er lettere end Vandet, men ligger derimod saaledes an paa Bunden af et Kar under Vandet, saa Vandet, eller hvad anden flydende Materie det er, ei kan komme neden under det; da kan det ei stige, men trykkes bestandig ned imod Bunden, med en Kraft, der er proportionert Vandets Høide, foruden dens egen Tyngde.

Thi Side-Trykningerne staae i dette Tilfælde i Ligevegt med hverandre, og Trykningen ned efter finder ingen Igientrykning neden fra op efter. Ligeledes sees, at om paa en Ting A, der er lettere end Vandet, oses Vand, stiger den ei strax, men først, naar Vandet er steget over den Deel, hvilken, om Tingen svømmede, skulde synke sig ned i Vandet.

§. 88.

For at forklare os desto bedre og lettere i alt det herhid hørende, ville vi allerførst tale om den Forskiel, som der er imellem, hvad man kalder den virkelige og specifike, eller relative Tyngde. Til den Ende maa agtes, hvad vi forhen have sagt, at Materiens Tyngde altid er dens Mængde proportionert, fordi Tyngden er intet andet, end

den elementære Hastighed, hvormed samtlig Materiens Dele drives ned efter imod Jordens Center. Den Pression, som derved bliver til i et hvert Legeme, er dets virkelige Vegt og Tyngde, om den Deel af Tyngden, der tabes i Luften, som sædvanlig, ansees for intet.

§. 89.

Hvad der forstaaes ved den specifike Tyngde.

Den **specifike** eller **relative Tyngde** (Egen-Tyngslen) derimod er den Forhold i Tyngde, som to Ting af samme Størrelse have, naar de sammenlignes, den ene imod den anden.

Den af dem, som under samme ydere Omkreds veier mindst, og følgelig haver mindst Materie indsluttet under sin Omfang, kaldes den **lettere.**

Den af dem derimod, som under samme ydere Omfang indslutter meer Materie, og derfor veier meer, kaldes den **tungere.**

§. 90.

Hvad der forstaaes ved Tingenes Tykkelse.

Ligge Delene i disse Ting i samme Orden imod hverandre, da siges de at være overalt af samme Tykkelse.

Tykkelsen derfor er intet andet end den Forhold, som Materiens Mængde, eller Legemets Vegt, haver til dets Kubik-Indhold eller Størrelse. Thi Materiens Mængde, det er Tingens Vegt, voxer i samme Forhold, som Tyngden; den voxer og i overalt ensdanne Legemer i samme Forhold, som Størrelsen; kaldes da Tyngden eller Materiens

riens Mængde T, Rummet eller Størrelsen i Kubik-Fod V; Tykkelsen D. Da er $T = DV$; og følgelig $D = \frac{T}{V}$.

§. 91.

Deraf følger videre;

At $\frac{T}{D} = V$, eller at en Tings Kubik-Indhold altid er som dens Tyngde ligefrem, og dens Tykkelse forkeert tagen.

Tingenes Kubik-Indhold kan sluttes af Tyngdens Forhold til Tykkelsen.

§. 92.

Da de specifike Tyngder ikke ere andet, end de virkelige Tyngders Forhold til hverandre under samme ydre Omfang eller Omsvob, §. 90. Saa følger;

Under lige stor udvortes Omsvob er den virkelige Tyngde den samme, som den specifike.

At den virkelige Tyngde voxer da i samme Forhold, som den specifike. Er, for Exempel, i tre Ting af samme Størrelse den virkelige Vegt som 1, 2, 3, da blive de specifike ligeledes = 1 : 2 : 3.

§. 93.

Kaldes derfor, som for, den virkelige Tyngde T, den specifike t, er altid $T = t$, om Kubik-Indholden er den samme; men i samme Forhold, som denne sidste, voxer, voxer og den virkelige Vegt, om ellers den specifike Tyngde bliver den samme. Følgelig er $T = tV$, eller den virkelige Tyngde i sammensat Forhold af den specifike og af Tingens Kubik-Indhold.

Den virkelige Tyngde er i sammensat Forhold af Tingenes Kubik-Indhold og af deres specifike Tyngde.

§. 94.

Slutninger af det forrige.

Deraf følger fremdeles.

1) At $t = \frac{T}{V}$, eller at den specifike Tyngde er saa stor som den virkelige Tyngde, dividert med Størrelsen.

2) At $V = \frac{T}{t}$, eller, at Størrelsen er saa stor som den virkelige Tyngde, dividert med den specifike.

§. 95.

Ligeledes, 1) om i den Ligned $T = tV$, V, eller Størrelsen er noget bestandigt $= 1$, da bliver $T = t$, eller hvad vi for have sagt §. 92; at i Ting af samme Størrelse blive de virkelige Tyngder som de specifike.

2) Ere to Ting af samme specifike Tyngde, da er deres virkelige Tyngder som deres Størrelser, thi da er $t = 1$, og $T = V$.

3) Er derimod deres virkelige Tyngder de samme, bliver $1 = tV$, eller $\frac{1}{V} = t$, det er, deres specifike Tyngde bliver i forkeert Forhold af deres Størrelse. Hvoraf sees, at om Legemer af adskillig specifik, men af samme absolut Tyngde, synkes under Vandet, da er deres specifike Tyngder i forkeert Forhold af det, de tabe i Tyngde under Vandet, §. 82. Thi disse Tab ere altid de nedsunkne Tings Størrelse proportionerte.

§. 96.

§. 96.

Adskillige Maader, hvorpaa Tingenes specifike Tyngder kunde findes.

Da den specifike Tyngde er saa stor som den virkelige Tyngde, dividert med Størrelsen §. 94. 1, saa kan man, saa tidt som de to sidste ere givne, altid finde den første; man kan og umiddelbar søge, hvad Forhold der er imellem Ting af samme Størrelse deres virkelige Tyngder, for deraf at bestemme de specifike. Men begge disse Methoder ere i Brugen og i Udøvelsen ulige vanskeligere, end de, om hvilke vi i det følgende skulde tale. Imidlertid er det os her nok indtil videre, at have vist nogle Maader, paa hvilke Forholden imellem Tingenes Tyngder under samme Kubik-Indhold kan findes.

§. 97.

Man kan kortelig agte en Sag, som let sees af den ovenanførte Ligbed, $T = tV$, at saa tidt som af de 3 Ting den virkelige Tyngde nemlig, den specifike, og Tingens Kubik-Rum, de to ere givne, den tredie da altid kan findes. Saaledes

Af den specifike og virkelige Tyngde, som givne, at finde Tingenes Kubik-Indhold.

1) Er det altid let, ved Hielp af denne Ligbed $T = tV$, at udmaale et hvert Legeme, hvis specifike og virkelige Tyngde ere givne. Man behøver alene at dividere den virkelige Tyngde med den specifike, det udkommende er Tingens Kubik-Rum. Saa denne Methode kan bruges med stor Fordeel, hvor de geometriske ei ere tilstrekkelige, eller man maa betiene sig af de i Geometrien anviiste med Vanskelighed.

Man forstaaer overmaade let paa følgende Maade, hvorledes Udregningerne bør gieres i enkelte Tilfælde. Dersom man har, for

Exempel, en Slags Erts, hvis Tyngde imod Vandets var 2830 : 1000. Og den absolute eller vertikale Tyngde af den Klump, hvis geometriske Indhold man vil vide, var 50 Pund. Da blev den specifike Tyngde $t = \frac{2830}{1000}$, og den søgte Klumps Kubik-Indhold blev $\frac{50.000}{2830}$, fordi $V = \frac{T}{t}$. Men da man vil vide Indholden i Kubik-Fod, saa for at finde det absolute Tal i Kubik-Fods Størrelse, maa man endnu multiplicere med 1 Kubik-Fod Vands Forhold til sin Tyngde, som gemeenlig sættes at være 70 Pund, saa man faaer $V = \frac{50.000}{2830.70}$ Kubik-Fod.

Eller, om man vil, saaledes. Da en Kubik-Fod Vand veier 70 Pund, saafremt da at den givne Massa paa 50 Pund var Vand, blev den $\frac{50}{70}$ Kubik-Fod. Men da den specifike Tyngde er til Vandets som 2830 : 1000, saa bliver 2830 : 1000 $= \frac{50}{72}$ til det søgte Kubik-Rum $= \frac{50\ 1000}{2830.70} = \frac{500}{1981}$ Kubik Fod.

2) Ligeledes kan man altid finde den virkelige Tyngde af enhver Ting, hvis specifike Tyngde og Kubik-Rum ere givne. Thi man seer af det foregaaende Exempel, at for at finde det absolute Tal i Kubik-Fødder, behøves alene i Formulen §. 94. $V = \frac{T}{t}$ at multiplicere det første Leed med 70, saa man faaer $70V = \frac{T}{t}$, og derfor $T = 70Vt$.

Saaledes om den specifike Tyngde er, som i nest forrige Exempel, $\frac{283}{100}$, og $V = \frac{500}{1981}$. Da bliver $T = \frac{70.500.283}{1981.100}$ $= 50$ Pund.

§. 98.

§. 98.

I de Legemer, der ere lettere end det Flydende, forholder sig de nedsunkne Dele til deres hele Størrelse, som deres specifike Tyngde, til Vanders specifike Tyngde.

Efter at have forklart, hvad der forstaaes ved den specifike og virkelige Tyngde, ville vi igien foretage den Materie, som vi forlod §. 84. Vi have da allerede sagt, at ethvert Legeme, som var lettere end Vandet, sank om en saa stor sin Deel ned i det, indtil det havde jaget saa meget Vand ud af sit Sted, som det selv var tungt. Deraf folger,

At i et hvert Legeme, som i alle sine Dele er overalt ensdan, forholder den nedsunkne Deel sig til det hele Legemes Størrelse, som dettes specifike Tyngde til Vandets specifike Tyngde.

Thi da den virkelige Tyngde er i begge her den samme, saa blive de specifike Tyngder i forkeert Forhold af Størrelserne. §. 95. 3.

§. 99.

Deraf folger:

Slutninger af det nylig sagte.

1) At jo større den specifike Tyngde er af et Legeme, en desto større Deel af det synker altid ned i den samme flydende Materie.

2) Og jo mindre at den specifike Tyngde af den flydende Materie selv er, desto dybere synker et og det samme Legeme ned i den; Jo større derimod at denne Tyngde er, en desto mindre Deel af det synker i den.

3) Sættes to Ting af ulige Størrelse, men af samme Tyngde paa en og den samme flydende Materie, da

ere

ere dog de deres Dele, som i den synke ned, altid lige store.

4) Dersom to lige store Ting af adskillig virkelig Tyngde svomme begge paa en og den samme flydende Materie, da forholde deres specifike Tyngder sig som de deres Dele, der ere sunkne under Vandet.

Thi den Deel af det dobbelt Tunge, som staaer under Vandet, er dobbelt stor (§. 98.), af det tredobbelt Tunge, tredobbelt stor o. s. v. Og i lige store Ting forholde sig de specifike Tyngder som de virkelige, §. 92.

§. 100.

Af et svømmende Legems nedsunkne Deel og hele Tyngde at finde det Flydendes Tyngde.

Man kan derfor slutte sig til de flydende Tings virkelige Tyngde af de Legemer, som paa dem svomme, naar disses Tyngde og de Dele af dem, som ligge under Vandet, ere bekiendte i Kubik-Maal; thi det af den flydende Materie, der er saa stor som den sunkne Deel af Legemet, veier saa meget som det hele Legeme, der svommer paa den.

§. 101.

Af den ligeledes nedsunkne Deel, og af det Flydendes Tyngde at bestemme det hele svømmende Legems Tyngde.

Ligeledes, saafremt den Deel af Legemet, som ligger under Vandet, er bekiendt i Kubik-Maal, og den flydende Materies Tyngde i samme Maal, kan det hele svømmende Legemets Tyngde bestemmes; fordi denne sidste er saa stor, som Tyngden af den Deel flydende Materie, der rummer ligesaa meget som den Deel, der er sunken under Vandet.

§. 102.

§. 102.

Af Vandets og det svømmende Legems Tyngde at finde Størrelsen af den nedsunkne Deel.

Naar Tyngden af Vandet og af det svømmende Legeme ere givne, kan den Deel af dette sidste, som synker udi Vandet, findes; thi dividerer man det Svømmendes hele Tyngde med Tyngden af en Kubik-Fod Vand eller med 70 Pund, saa faaes de Kubik-Fodder, af hvilke den Deel, der synker i Vandet, maa bestaae.

§. 103.

Med hvad Kraft Vandet skyder de Legemer op efter, som ere lettere, end det selv er.

Da Vandet skyder de lettere Ting op efter, indtil den Deel af dem alene bliver i det, der jager saa meget Vand ud af sit Sted, som de selv ere tunge; og det med en Kraft, der er saa stor som Forskiellen imellem Vandets og den svømmende Tings specifike Tyngder, saa følger:

1) At de lettere Ting drives af det samme Flydende med større Kræfter op efter, end de tungere.

2) Og at de tykkere flydende Ting, hvis Tyngde er større, drive de samme i dem svømmende Ting op efter med større Kraft, end de mindre tunge.

§. 104.

Den Kraft bestemmes, som behoves til at holde et Legeme under Vandet, der er lettere end Vandet.

Den §. 86 derfor omtalte Kraft, som behoves til at holde en Ting, der er lettere end Vandet, under Vandet, findes ved at multiplicere den hele Kubik-Indhold af det svømmende Legeme med Forskiellen imellem Tyngden af en Kubik-Fod Vand, og en Kubik-Fod af det svømmende Legeme.

§. 105.

Det samme anderledes.

Denne samme Kraft kan, i Følge §. 102, ligeledes bestemmes ved den Deel, der synker i Vandet, af det svømmende Legeme, naar samme er bekiendt, tilligemed det hele Svømmendes Størrelse og Tyngde.

Thi kaldes det hele Legemes Størrelse A, dets Tyngde t, Vandets Tyngde under samme Kubik-Indhold T, den i Vandet sunkne Deel B, da er §. 102 $A:B=T:t$, følgelig bliver og $A-B:B=T-t:t$ eller $B:A-B=t:T-t$. Men $T-t$ er den Kraft, som behoves for at holde det svømmende Legeme under Vandet, §. 103. Hvoraf følger.

At den sunkne Deel forholder sig til den usunkne, som Tyngden af det hele svømmende Legeme til den Kraft, som er i Stand til at holde det under Vandet.

§. 106.

Det samme bestemmes i Henseende til visse givne Dele af deslige Legemer.

Man kan ligeledes finde, hvad Kraft der behoves (Taf. III. Fig. 16.) til at holde et Kar ABCD tildeels under Vandet, saa det synker i samme om et vist given Stykke dybere ned, end det ved sin egen Tyngde skulde synke. Er, for Ex., EBCF den Deel af Karret, som af sig selv skulde synke, EFGH derimod den Deel, man endnu vil have trykt ned under Vandet, da bliver Tyngden af det Vand, som kan rummes udi GEFH, den Kraft, som dertil behoves.

Siette

Siette Forelæsning.

Fortsættelse af det forrige.

§. 107.

Vi undersøgte i den forrige Forelæsning de svømmende Tings Ligevegt med Vandet, vi ville i denne fare fort med at giøre ligesaadanne Betragtninger over de Ting, der ere tungere end Vandet, eller andre flydende Materier, i hvilke de synkes; saa og undersøge de hule svømmende Tings Beskaffenhed; saavelsom, hvorledes de lettere kunne saaledes sammenfoies med de tungere Ting, at den forenede Masse bliver net op ligesaa tung, som Vandet.

§. 108.

Til den Ende agte vi:

At saa tidt som en Ting er tungere, end den flydende Materie, da er den Deel, som den i dette Element taber af sin Tyngde, i samme Forhold til det synkende Legemes hele Tyngde, som den flydende Materies specifike Tyngde til den synkende Tings specifike Tyngde.

Den Deel, som en Ting, der er tungere, end det Flydende, taber af sin Tyngde, i det Flydende forholder sig til dens hele Tyngde, som det Flydendes specifike Tynade til den faste Tings specifike Tyngde.

Thi de specifike Tyngder forholde sig som de virkelige, naar Størrelsen i begge er den samme (§. 92.). Men man seer let, at det Synkende haver samme Størrelse med det Vand, det

jager ud af sit Sted, og da den Deel, der tabes i Vegten, er som Tyngden af dette sidste, §. 78, saa forholde sig det Flydendes og det Synkendes specifike Tyngder, som den Deel, der tabes i Vandet af det Synkendes Tyngde til dets hele Tyngde, eller som det Flydendes specifike Tyngde til det Synkendes specifike Tyngde.

§. 109.

Deraf følger videre:

Slutninger af det foregaaende.

1) At om en og den samme Ting synker i flydende Materier af adskillig specifik Tyngde, da taber den altid meer af sin Vegt i de tungere, end i de lettere.

2) Ligeledes er den Kraft, som driver den ned efter i de tungere, altid mindre, end i de lettere, altid nemlig $= T - t$.

3) I hvor adskillig at end den virkelige Tyngde, følgelig og den specifike, er i Legemer af samme Storrelse, saa tabe de dog altid i en og den samme flydende Materie ligemeget af deres Vegt, saa meget nemlig, som den Deel af det Flydende veier, som de jage ud af deres Sted.

4) Ere de derimod af ulige Storrelse, tabe de i den flydende Materie i Forhold af deres Storrelse, fordi de i denne Forhold jage dens Dele ud af deres Sted.

§. 110.

Den Kraft bestemmes, som behøves til at holde

Man seer fremdeles, hvad Kraft der behoves til at holde et Legeme af en vis given Tyngde, og af en vis given

ven Storrelse under Vandet, saa det ei synker. Thi Kubik-Storrelsen multiplicert med Vandets Tyngde i en Kubik-Fod er det, som tabes i Vandet; hvilket, naar trekkes fra den synkende Tings hele Tyngde, da faaes den Kraft, som behoves for at holde det Synkende under Vandet, fra at falde. Folgelig om denne Kraft nok saa lidet formeres, kan det loftes under Vandet.

de en synkende Ting fra at synke under Vandet.

§. III.

Folgelig forholder sig den Kraft, der kan holde en synkende Ting under Vandet, til den synkende Tings hele Tyngde, som Forskiellen imellem samme Tings og Vandets specifike Tyngder, til det Synkendes specifike Tyngde.

§. 112.

I Steden for at holde det Tungere under Vandet med en vis given Kraft, kan man forene det med en lettere Materie, som gior samme Virkning; om den nemlig drives op efter af Vandet med en Kraft, der er saa stor som Forskiellen imellem Vandets og den anden Ting, der er tungere end Vandet, deres specifike Tyngde under det Tungeres Indhold.

Storrelsen af en lettere Materie bestemmes, som forenet med en tungere, kan holde denne sidste under Vandet, saa den ikke synker.

§. 113.

Kaldes den specifike Tyngde af det, som er tungere end Vandet, T; af Vandet selv, t; af den Ting, der er lettere end Vandet, t'. Da om Indholden af det tungere kaldes V; er dets

virkelige Tyngde $= TV$; det, som af samme tabes i Vandet, $= tV$ og $(T - t).V$ er den hele Kraft, hvormed det synker.

Kaldes nu det geometriske Indhold af det Lettere, som søges, x, da er dets hele Tyngde $t'.x$; Vandets under samme Omkreds, tx, og den Kraft, hvormed det skydes i Veiret, $= t - t'x$.

Følgelig bliver $(T - t)V = (t - t')x$, og

$$\frac{(T-t).}{(t-t')}V = x.$$

Saa at man, for at finde Størrelsen i Kubik-Fod af det Lettere, som skal holde det Tungere under Vandet, behøver alene at søge den Fierde i Proportion til Forskiellen imellem Vandets og det Letteres specifike Tyngder, til Forskiellen imellem det Tungeres og Vandets specifike Tyngder, og til det Tungeres geometriske Rum. Det udkommende er den Størrelse af det Lettere, som man søger.

For Er. Om Forholden imellem Vandet og det Tungere er den af 1 : 3, saa $T = 3$, $t = 1$. Den specifike Tyngde af det Lettere er derimod til Vandets specifike Tyngde, som $\frac{3}{4} : 1$, og $V = 3$ Kubik-Fod, saa bliver $\frac{T-t}{t-t'}V = \frac{2.3}{\frac{1}{4}} = 24'$. Følgelig maatte 3 Kubik-Fod af det Tungere sammenføies med 24 Kubik-Fod af det Lettere, om den hele forenede Masse skulde svømme i Vandet.

§. 114.

Ligeledes, hvor meget af en tungere Materie der skal forenes med en given Lettere, paa det

Ligeledes, naar man vil vide, hvor meget af den tungere Materie der skal legges til en given lettere, for at forhindre, at den ikke skal stige i Vandet, da behøver man endnu intet andet, end at betiene sig af den samme Lighed.

Thi

Thi da $(T-t).V=(t-t')x$, saa bliver $V=\frac{(t-t')}{T-t}x$, at denne ei skal stige i Vandet.

som viser, at man skal søge den fierde i Proportion til Forskiellen imellem det Tungeres og Vandets specifike Tyngder, til Vandets og det Letteres specifike Tyngder, og til det Letteres Størrelse. Det Udkommende er Størrelsen af det Tungere, som skal legges til, for at holde det Lettere under Vandet.

§. 115.

Hvad Hulhed de tungere Ting bør have, for ikke at synke i de lettere flydende Materier.

Er en Ting tungere end Vandet, og man vil giøre den indvendig huul, saa den derved kan blive net op ligesaa tung som Vandet, da sees let, at dette kommer fuldkommen ud paa det samme, som om man vilde forene det Tyngere med et andet Lettere, hvis specifike Tyngde var $=0$, følgelig blev

$$\frac{T-t}{t}V=x.$$

Det er, Størrelsen af Hulheden blev den fierde i Proportion til Vandets specifike Tyngde, til Forskiellen imellem det Tungeres og Vandets specifike Tyngder, saavel som det geometriske Indhold af det Tungere.

For Ex. Er det Tungere tre Gange tungere end Vandet, og 10 Kubik-Fod stor, da er $T=3$, $t=1$, $V=10$, og $\frac{T-t}{t}.V=x=20'$, Saa den innere Hulhed maa i dette Tilfælde være 20 Kubik-Fod stor, og følgelig det hele Legemets Omfang, Huulheden iberegnet, 30 Kubik-Fod.

§. 116.

§. 116.

Den hele hule Masse forholder sig da til Materiens Størrelse i Legemet, som denne sidstes specifike Tyngde til Vandets specifike Tyngde.

Da $\frac{T-t}{t}V+V$ er Størrelsen baade af Hulheden og af det tunge Legeme selv, $=\frac{T}{t}V$, da om den hele Størrelse baade af Huulheden og Legemet selv $=y$, bliver $\frac{T}{t}V=y$, og $\frac{y}{V}=\frac{T}{t}$, hvoraf sees,

At den hele Omfang af Huulheden og Legemet tillige bliver til Legemets egen Størrelse, som den tunge Tings specifike Tyngde til Vandets specifike Tyngde.

§. 117.

To Ting af adskillig Slags, som holde Ligevegt i en flydende Materie, holde den ikke derfor i andre o. s. v.

Af alt det ovensagte sees nu overmaade let.

1) At Ting af samme specifike Tyngde, som holde Ligevegt i Luften, holde den samme i Vandet, og i enhver anden flydende overalt ligedan Materie.

2) At Ting derimod af adskillig specifik Tyngde, som holde Ligevegt i Luften, holde ikke Ligevegt i Vandet eller i andre flydende Materier.

§. 118.

Tingene synke eller stige op efter i Vandet, efter den deres Tyngdes Diameter, som staaer perpendikulær paa Vand-Linien.

Da alle de tunge Ting synke perpendikulær ned paa Vandets horizontale Flade (§. 40. Mekan. For.). Folgelig og altid paa dets horizontale Lag. Og man i dette Tilfælde, i Steden for at betragte den hele synkende Ting, behover alene at betragte dens Tyngdes Center, saa folger; at de tunge Ting synke altid efter den Perpendikel, som gaaer igiennem deres Tyngdes Center ned paa Vandets overste Flade.

Man

Man seer ligeledes, at de Ting, som af Vandet skydes op i Veiret, fordi de ere lettere end Vandet, maa ligeledes bevæge sig op efter samme Linie.

§. 119.

I hvad Tilfælde at de svømmende Ting ligge stille paa Vandet.

Da derfor i alle de Ting, som svomme paa Vandet, den sunkne Deel skydes op efter i denne Perpendikel og den Deel, der er over Vandet, i samme ligeledes ned efter, saa folger, at ethvert Legeme, som svommer paa Vandet, ligger paa det saaledes, saa tidt det hviler, at Tyngdens Center af den sunkne Deel ligger i samme Perpendikel under Tyngdens Center af den Deel, der er over Vandet.

Thi i denne Stilning alene virke de to lige store Kræfter, den ene, hvormed Tyngden skydes op efter, den anden, hvormed den tynger ned efter over samme Linie. Folgelig er og imellem begge i denne Stilning fuldkommen Ligevegt.

§. 120.

Og naar de svinge frem og tilbage.

Folgelig, saa tidt som et Legeme forrykkes af denne Stilning, bevæges det paa Vandet, og gior Sving frem og tilbage (*), saa længe til at begge Tyngdens Centrer igien have sat sig udi ovenmeldte Stilning.

Syven-

(*) Om disse Oscillationer fortiener i sær at læses Dan. Bernoulli *de Motibus Oscillatoriis humido insidentium. Act. Petropol.* Tom. XI.

Syvende Forelæsning.

Om de Legemer, som tillige svømme i to flydende Ting. Om Reglerne, hvorefter man kan finde, hvormeget af en Ting der er blandet i en anden, og om den mekaniske Brug af det forhen sagte.

§. 121.

De lettere flydende Materier stige i de tungere.

Vi have i det forrige overlagt Beskaffenhederne af de Tilfælde, da en tung Ting, der er lettere end Vandet, laae tildeels i en flydende Materie, tildeels i et fuldkommen ledigt Rum. Vi ville kortelig agte, hvad der bør skee, naar dette Rum ikke er ledigt. I denne Tilfælde er det klart,

At saa tidt som to flydende Materier ei lade sig blande med hverandre, da flyder altid den lettere oven over den tungere, fordi den lettere drives da i Høiden af den tungere paa samme Maade, som andre lette Legemer.

§. 122.

En Ting af Middel-Tyngde imellem to andre.

Dette forudsat, følger videre, at saa tidt som en Ting, der er af Middel-Tyngde imellem Vandet og et andet lettere

Flydende

Flydende svommer i begge, da taber den i begge noget af sin Tyngde; følgelig kan det ikke synke eller stige ned i det tungere med sin hele Tyngde, men det maa tildeels ligge under det, tildeels i den lettere flydende Materie over Vandet, og om en mindre Deel i Vandet, end om det laae i det alene.

To flydende Materier synker saaledes, at den staaer tildeels i begge.

§. 123.

Vil man bestemme, hvad Deel af Legemet der skal ligge i enhver af de flydende Materier, da, om man kalder Størrelsen af den hele Ting A; af den Deel, der ligger sunken ned i Vandet, x; bliver den Deel af det, som er oven over Vandet, i den anden flydende Materie $= A - x$; kaldes den specifike Tyngde af Legemet selv T; af Vandet t; af den anden flydende Materie over Vandet t'; da er Legemets hele Vegt, hvad den taber i Vandet, og i den over Vandet liggende flydende Materie, følgelig $= tx + t'.A - t'x$.

Hvormeget i enhver af dem bestemmes.

Men denne Tyngde er og TA.

Følgelig bliver $TA = tx + t'A - t'x$, og altsaa

$$\frac{TA - t'A}{t - t'} = x.$$ Hvoraf følger:

1) At den Deel af Legemet, som ligger i den tungere flydende Materie, er den fierde i Proportion, til Forskiellen imellem Vandets og den anden flydende Materies specifike Tyngde, til Forskiellen imellem Legemets og det lettere Flydendes specifike Tyngde, og til Legemets geometriske Indhold.

2) Er t' meget liden imod t og T, saaledes som Luftens specifike Tyngde virkelig er det imod Vandets, og de Ting, som i den

den sædvanlig flyde, da bliver $x = \frac{TA}{t}$, saaledes som før i §. 98. Saa man deraf seer, at man i de sædvanlige Tildragelser ikke behøver at see paa det Lidet, som Legemerne tabe af deres Tyngde udi Luften.

§. 124.

Det Tingene tabe af Tyngde i det Flydende, meddeles det Flydende.

Man seer let, hvor den Deel af Tyngden kommer hen, hvilken de tunge Ting tabe i det Flydende. Da de nemlig trykke ligesaa stærk paa dette sidste, som den Deel af det, de have jaget af sit Sted, trykte før. Saa følger; at det, de tunge Ting tabe af deres Tyngde udi det Flydende, bliver meddeelt det Flydende.

§. 125.

At finde, hvad Deel af et Legemi, hvis specifike Tyngde er given, der veier ligesaameget, som en given Mængde af Vand, eller af et andet Flydende. Og ligeledes, hvad Mængde Vand der udfordres til at veie saa meget som et andet Legeme af given Størrelse og Tyngde.

Alle de Ting, som saaledes synkes i Vandet, og have en anden specifik Tyngde, end det, veie under samme udvortes Omsvob altid enten meer eller mindre, end Vandet. Saafremt derfor, at man vil finde, hvor stor en saadan Ting, hvis specifike Tyngde er given, bor være, for at kunde under dette geometriske Indhold veie ligesaa meget, som en vis given Mængde Vand, da behoves alene følgende at agtes.

Er den geometriske Indhold af Vandet $= V$, dets specifike Tyngde t, da er det givne Vands virkelige Tyngde tV; Er den specifike Tyngde af den givne Materie T, og dens søgte geometriske Størrelse x, da er dens ubestem-

te

te Tyngde Tx, som videre bestemmes, i Følge Spørsmaalets Natur, ved at sætte $Tx = tV$, saa man faaer

$$1)\ x = \frac{tV}{T}. \quad 2)\ V = \frac{Tx}{t}.$$

Den Første af disse Formuler tiener til at finde Størrelsen af et Legeme, hvilket veier ligesaameget, som en i Kubik-Fod given Mængde af Vand. Den anden til at finde i Kubik-Maal, hvad Mængde af Vand, der holder samme Vegt med et Legeme af given Størrelse.

§. 126.

Maar en Materie er en Blanding af tvende andre, da at finde, hvor meget den indeholder af enhver af dem.

Man kan af det hidtil forklarte endnu giøre adskillig anden Nytte. Saaledes kan man altid let finde, naar to Materier, der ere tungere end Vandet, Guld for Ex. og Sølv, ere blevne sammenblandte, hvor meget der da af hver er i den hele sammenblandte Størrelse eller Masse. Men heri antages tillige, at de blandede Materier sammenblandte rumme hver for sig ligesaa meget, som før de bleve blandede sammen.

Dertil behøves at vide, hvad Tyngden er af den hele sammenblandte Masse, som vi ville sætte $= M$. Saa og hvad den hele sammenblandte Masse taber af sin Vegt i Vandet. Hvilket sidste vi ville sætte $= D$. De to sammenblandte Materier ville vi simpel hen kalde A og B. Den Deel af A, som virkelig er i den hele sammenblandte Masse, x; saa bliver den Deel af B, der er i samme, $M - x$.

Videre antage vi, som bekiendt, at dersom A havde den Tyngde M, tabte den i Vandet den Deel af sin Tyngde d; havde B samme Tyngde M, tabte den i Vandet den Deel af sin Tyngde d'.

Dette forudsat, da siden, i Følge §. 82, alle de Ting, der ere tungere end Vandet, tabe i det i Forhold af deres geometriske Størrelse, saa bliver $M : d = x : \frac{dx}{M}$, hvilket bliver den Vegt, som den Deel af A, der er udi M, taber i Vandet af sin Tyngde.

Ligeledes bliver $M : d' = M - x : \frac{(M-x)d'}{M}$, som er det, den Deel af B, der er i den sammenblandte Materie, taber af sin Vegt.

Da derfor det, som den Deel af A, der er i den sammenblandte Masse, taber af sin Vegt i Vandet, saavelsom det den Deel af B, der er i den samme, ligeledes taber, udgior det hele Tab, saa følger, at

$$\frac{dx}{M} + \frac{(M-x)d'}{M} = D.$$ Følgelig bliver

$$x = \frac{MD - Md'}{d - d'}.$$

§. 127.

Reglen oplyses ved et Exempel.

Vi ville oplyse det allerede sagte med et Exempel, som haver været Anledning til den hele Hydraulik.

„ En Guldsmed bedrog Kong Hiero i Syracusa med „ at blande Solv i det Guld, som Kongen havde ladet „ ham levere, for deraf at giøre en Krone. Da Kronen „ blev tilbage levert, syntes Archimedes, som om den var „ af større Omkreds, end den virkelig burdte have været, „ i Fald den havde været giort af pyr og ubeblandet Guld „ alene. Han paatog sig Undersøgningen, og regnede Be-

„ drage-

„ drageriet rigtigt ud, hvilket, man kan sige, var noget „ overmaade stort for hans Tid. Der fortælles derfor og, „ at han, efter at have fundet, hvad han søgte, blev saa „ glad, at han ved den Leilighed udraabte det bekiendte „ Heureka! eller: Jeg haver fundet min Sag! omtrent „ som en halv Afsindig. "

Kronen veiede 18 Pund. Man antager sædvanlig, at 18 Pund Guld tabe i Vandet 1 Pd., 18 Pd. Solv $1\frac{1}{2}$ Pd., og at Kronen tabte af sin Tyngde $1\frac{1}{3}$ Pd. Saaledes faaes $D = 1\frac{1}{3}$, $M = 18$, $d = 1$, $d' = \frac{3}{2}$ og $x = 6$.

§. 128.

Ved Vand-Vegten alene kan let undersøges, om en Metal haver sin tilbørlige Grad af Fiinhed og Godhed, eller ikke. Dette behøves i sær at iagttages, i Henseende til de kostbare Metaller, som Guld og Solv, hvilke altid bør have en almindelig Kredit, efter den over dem af visse Personer giorte Undersøgning, og det af dem derpaa satte Stempel eller Mærke, for at forekomme de uendelig mange Bedrag, som ellers kunde have Sted.

Hvorledes Solv og Guld sædvanlig inddeles, eftersom de have meer eller mindre Tilsats til af andet.

Man kan i den Henseende agte, at reent Solv kaldes 16 Lodig. Er der en Deel Tilsats, for Ex. af Kobber, kaldes det 15 Lodig. Haver det to Dele Tilsats, kaldes det 14 Lodig, o. s. v. Saasnart som Solvet er 8 Lodig, kaldes det Pac. Lodig Solv kaldes egentlig ikke uden hvad der er 8 Lodig og derover, skiont man undertiden og giver Sex-Lodig Solv dette Navn.

Reent

Reent Guld kaldes 24 Karathig. Er en Deel Tilsats, af Solv for Ex. kaldes det 23 Karathig, o. s. v. Er i Guldet to Dele Tilsats, kaldes det 22 Karathig, o. s. v. Sædvanlig bestaaer det saa kaldte Dukat-Guld af meer end 23 Karath. Kron-Guld er ikke uden til 18 Karath reent Guld, de 6 andre Dele af Solv eller Kobber. Det 12 Karathige kaldes Billon. Det fletteste Guld er til 9 à 10 Karath. Hvad der er mindre Karathig, bær Navn af Solv med Guld Tilsats, og ikke af Guld.

§. 129.

Hvorledes man strax kan vide, om deelige Metaller ere saa gode, som de foregives at være.

Da derfor et hvert Slags adskillig Lodig Solv eller adskillig Karathig Guld maa tabe hvert for sig en vis Deel af sin Tyngde i Vandet, som intet andet anderledes Lodigt eller Karathigt taber, og alt hvad der synkes i Vandet, mister altid af sin Vegt i Forhold af sin Størrelse; saa sees let, hvorledes ved Hielp af en for alle Gange giorte Forsøg lette praktiske Tabeller kunde forfærdiges, ved hvis Hielp man altid kan vide, om det Solv eller Guld, man haver under Hænder, naar det først veies i Luften og siden i Vandet, er af den Godhed og Fiinhed, som det gives ud for at være.

Er det ikke, kan man altid finde, ved Hielp af §. 126, hvad Deel af begge de sammenblandte Materier der er i den hele givne Massa, saa Størrelsen af enhver af dem kan vides for sig.

§. 130.

§. 130.

Maade at løfte forsunkne Skibe og Vahre.

Man kan giøre en nyttig mekanisk Brug af den foranførte de synkende Tings Beskaffenheder, saa tidt som man skal lette Skibe, eller andre deslige tunge Ting, der ere forsunkne under Vandet.

I disse Tilfælde behoves alene, at man bringer en eller flere Pramme eller Baade hen ved Siden af de sunkne Ting, som skulle lettes, og at man derpaa fylder de første med saa meget Vand, som de kunne rumme, uden at synke. Derpaa lader man Dykkere med Strikker hefte Prammene fast ved de sunkne Ting, som skulle løftes. Saasnart da Vandet igien øses ud af Prammene, seer man af det foregaaende, at de drives op efter af Vandet, de svømme i, med anseelige Kræfter; følgelig løfte de og tillige den Byrde, som til dem er heftet fast, skiønt ikke høiere, end de selv kunne stige i Vandet. Man seer let, at den Mængde Vand, som kommes i Baadene, i det mindste maa have samme Tyngde, som den Byrde, der skal lettes.

Vil eller kan man derfor ikke betiene sig uden af de samme Baade, Pramme eller Fartøier, da maa man seile eller roe fort med den saaledes lettede Byrde, indtil den støder an paa en høiere og fast Grund, da man atter igien handler paa foromtalte Maade. Man kan saaledes fare bestandig fort, saa længe til den sunkne Tyngde er sat paa en saa lav Grund, som man forlanger, da den siden kan videre hæves ved de i Statik beskrevne Løfte-Machiner.

§. 131.

Vil og kan man derimod bruge flere Baade, da fylder man først saa mange, som behoves, med Vand paa forsagte Maade, og ved at øse Vandet siden ud, løftes det Forsunkne derved saa høit, det kan komme; siden naar det er løftet til sin største Høide, fylder man igien de øvrige Baade med Vand, hefter den løftede Byrde fast ved dem, og naar den derpaa er igien løftet, løser den fra de første. Derpaa betiener man sig vexelviis af disse sidste Baade, som af de første, og derpaa af de første igien, saa længe til man haver bragt Byrden op til den forlangte Høide.

§. 132.

Hvad man i dette Tilfælde forud bør vide.

For ei at anvende i disse Tilfælde mindre Kræfter, end de, som behoves, maa man i Forveien vide saa omtrent Tyngden af den Ting, som ligger under Vandet, saavelsom hvad den i dette Element taber i sin Vegt, for deraf at bestemme videre de Kræfter, som behoves, for at holde den, hvor man vil, under Vandet. Thi disse Kræfter tilkiendegive Tyngden af det Vand, som Baadene maa fyldes med, om Byrden skal løftes; skiønt man heri altid regner overflødig, eller bruger en noget større Mængde af Vand, end den, som ved Udregningen findes fornøden, i sær i første Løftning, da Vanskeligheden er større, fordi det Forsunkne henger gierne fast ved Bonden. See §. 87.

§. 133.

§. 133.

Man kan ved denne Leilighed kortelig agte, at Strikkerne selv, som man i disse Tilfælde bruger, kunne ansees som en mekanisk Kraft, der hielper at lette, saafremt de nemlig ere vel torre, for de komme i Vandet, og siden kunde af det lade sig igiennemtrekke. Hvad Strikkerne kunde hielpe til at lette.

Thi alle deslige Strikker have den Beskaffenhed at de lade sig trekke sammen af Vandet, og de kunde, i det de forkorte sig, løfte overmaade anseelige Byrder.

§. 134.

Saa tidt Pæle staae i Vandet, kan man intet fortreffeligere Middel bruge for at trekke dem ud, end det nylig omtalte. Maade at trekke Pælene igien ud af Dømninger.

§. 135.

Man seer af Taf. II. Fig. 13, hvorledes man ligeledes kan betiene sig af det nylig sagte, til at føre Skibe ud over grundige Steder i Havnene, hvor man ikke haver saa mange Fod Vands Dybde, som behoves for at Skibet kan flyde. Man fylder med Vand to dertil i Form af halve Skibe indrettede Kister, hvoraf man seer et Igiennemsnit i Figuren. De ere saaledes giorte, at de kunde passe rundt om paa Siderne efter Skibet. Langs hen efter Længden af Kisterne ere Vinder satte; Fra enhver Vinde til den tvertsover staaende løber i egne dertil giorte Kanaler Tou Ligeledes at føre Skibe over grundige Steder, som ellers stak for dybt i Vandet.

og Strikker under Skibet, som holde de foromtalte Kister fast til det. Naar alt er sammenheftet, saaledes som Figuren viser, og man kommer til de grundige Steder, over hvilke Skibet skal føres, pumpes Vandet ud, og Skibet løftes af Vandet med saa store Kræfter, som Tyngden var af det Vand, hvormed Kisterne vare fyldte. Man seer, hvor Pumperne ere anlagte i Machinen af Figuren.

Aatten-

Aattende Forelæsning.

Om de Hydrostatiske Vegter, og de beste Maader at bestemme saavel de flydende, som de faste Tings specifike Tyngde.

§. 136.

At kiende Tingenes specifike Tyngde er i utallige Tilfælde en Sag af allerstørste Vigtighed. Alle Maader ere dertil ikke lige bequemme. Vi have for talt om nogle; vi ville her tale om de beste.

Flydende Ting af adskillig specifik Tyngde staae i høiede Rør til Høider, hvilke ere i forkeert Forhold af deres specifike Tyngde.

Hvad de flydende Ting angaaer, da skulde man holde for at i Henseende til dem ingen Undersøgnings-Maade var lettere, end den, som grunder sig paa følgende Anmerkning. At nemlig, saa tidt som i Rør, der have felles Aabning, to adskillige flydende Materier staae hver i sit, da maa deres adskillige Høider over Vand-Linien i Rørene være i forkeert Forhold af deres specifike Tyngder.

Saaledes, om Qvegsølv antages at være 14 Gange saa tung som Vand, og det staaer (Taf. III. Fig. 17.) i Røret AB til den Høide EB, da maa derimod i Røret CD Vandet staae 14 Gange høiere til den Høide FC. Fordi

Qvegsolvets Kræfter til at tynge imod, ere ligesaa store under en fiorten Gange mindre Høide, som Vandets under en 14 Gange større.

§. 137.

Vanskeligheder, som møde, naar man af dette Princip vil slutte sig til de flydende Tings specifike Tyngde.

Dette er i sig overmaade klart. Saa tidt som man vil paa denne Maade undersøge to flydende Tings specifike Tyngde, forsyner man Roret BC med Qvegsolv, at disse Materier ei skulle blande sig. Men man maa vel agte, at Qvegsolvet ei stiger op i et af Rørene, og trykker imod det i det andet Rør værende Flydende med sin Tyngde, hvilket strax gior Forsøget falskt. Deri er altid nogen Vanskelighed. Men en endnu større møder, saa tidt som de flydende Materier, der sammenlignes med hverandre, ere overmaade lidet adskillige i deres specifike Tyngde. Thi i dette sidste Tilfælde er Forskiellen gierne saa liden, at den ved disse Forsøg neppe kan fuldkommen bestemmes.

§. 138.

Den beste Maade forklares, hvorpaa denne Undersøgning kan skee.

Den beste Maade af alle bliver derfor unegtelig den, at undersøge Tingenes specifike Tyngder ved de hydrostatiske Vegter, til hvilken Ende vi forud ville kortelig agte. At man kan giøre de Undersøgninger, som angaae den specifike Tyngde, i en af tre Henseende, 1) enten for at sammenligne de faste Tings specifike Tyngde med de flydende deres, eller 2) for at sammenligne de faste Tings, eller og 3) de flydende Tings specifike Tyngder under sig.

§. 139.

§. 139.

For at bestemme samtlig disse Tyngder, udfordres en overmaade vel udarbeidet Vegt, som altid, naar den ei er besværet, i hvorledes den end bevæges, sætter sig fuldkommen i Ligevegt igien, saa Tungen staaer inde, hvilken ved det allermindste, der legges paa en af Vegt-Skaalene, giver et kiendeligt Udslag. Hvad dertil behøves.

§. 140.

Vil man derpaa søge, hvad Forhold de faste Ting have til en flydende, der er af samme geometrisk Indhold med dem, da møde to Tilfælde; enten at den faste Ting, som undersøges, er tungere, eller og at den er lettere, end den flydende, med hvilken den sammenlignes.

§. 141.

Den første Tilfælde er den letteste, den nemlig, naar den faste Ting er tungere, end den flydende. I denne Tilfælde behøves intet andet, end at veie den faste Ting først i Luften, og siden i den flydende Materie, naar den er i den blevet ganske nedsunken. Thi da mister den saa meget af sin Vegt, som det Flydende, der er af samme geometrisk Indhold med den, selv veier. Folgelig, da de specifike Tyngder ere de virkelige Tyngder under samme geometrisk Indhold. Saa forholder sig den specifike Tyngde af det flydende til den specifike Tyngde af det faste Legeme, Første Tilfælde. At bestemme Forholden imellem de faste tungere og flydende Tings specifike Tyngder.

som

som det, en fast Ting taber af sin Tyngde i Vandet, til det, den veier i Luften.

§. 142.

Andet Tilfælde. Det samme, naar en fast Ting er lettere end Vandet.

Den anden Tilfælde er lidt vanskeligere. Saa tidt nemlig, som de Ting, der skulle veies af, ere lettere end den flydende Materie. I denne Tilfælde legger man paa den Vegt-Skaal, hvorved de henge, saa megen Tyngde, som behoves, for at det givne Legeme kan synke under Vandet, og Vegten da staae inde. Paa den anden Vegtskaal derimod ligger alene den Vegt, som behoves for at det givne Legeme kan holde Ligevegt med den udi Luften. Saaledes veed man af denne sidste Legemets egen Tyngde; den flydende Materie derimod, som holder samme geometriske Rum med Legemet, dens Tyngde, er saa stor som Vegterne i begge Vegt-Skaalerne.

Thi Legemet selv synker saa dybt, som det kan, med sin egen Tyngde; den ovrige Tyngde, som maa legges til, derimod er saa stor som Kræfterne, hvormed den flydende Materie driver Legemet op efter, naar det synkes ganske under; folgelig er Vegten af begge saa stor, som den hele flydende Materies Tyngde, der indsluttes i samme Rum, som Legemet. Saa man deraf seer,

At den flydende Materies specifike Tyngde er i dette Tilfælde til Legemets specifike Tyngde, som Summen af Tyngderne paa begge Vegt-Skaalene til Legemets Vegt udi Luften.

§. 143.

§. 143.

Det sidste paa en anden Maade.

Man kan paa en Maade, som i Henseende til Forsøgene falder lettere, men i Udregningerne lidt vidtloftigere, endnu giore dette sidste saaledes.

Man forener den lettere Materie med en tungere saaledes, at begge i Forening kunde synke ganske under Vandet. Man veier den forenede Massa først i Luften og siden i Vandet. Det Tab, som giores i Vegt i dette sidste, er, efter det forhen sagte, Vegten af det Vand, som den hele sammensatte Massa driver af sit Sted.

Veier man nu desuden den tungere Materie baade i Luften og i Vandet, for at finde dens specifike Tyngde, som for §. 141, da er det Tab, som denne sidste gior i Vandet, Vegten af det Vand, den jager ud af sit Sted.

Trekkes dette sidste Tab fra det første, den hele sammensatte Materies nemlig; da bliver Resten Vegten af det Vand, som det lettere Legeme jager ud af sit Sted, og da de specifike Tyngder ere i Forhold af de virkelige, under samme geometriske Indhold, saa sees; at den specifike Tyngde af Vandet forholder sig til den specifike Tyngde af den lettere Materie, som den sidst fundne Forskiel til det lettere Legemes Vegt udi Luften.

§. 144.

Paa samme Maade at finde de faste Tings Forhold under sig.

Veier man paa de nylig forklarte Maader alle de faste Ting, hvis specifike Tyngde man vil vide, i en og den selvsamme flydende Materie, da faaer man tillige deres egen

specifike Forhold i Tyngde under sig. Saaledes, naar man veed, at Vandets specifike Tyngde er til samme Tyngde i fiint Guld som 1000 : 19.640, og til Guinee-Guld som 1000 : 18.888, saa veed man strax, at reent Guld forholder sig i specifik Tyngde til Guinee-Guld = 19.640 : 18.888 (*).

§. 145.

(*) Man kan og finde de faste Tings specifike Tyngde ved at tage dem af samme Vegt, og veie dem i Vandet, thi da forholde de specifike Tyngder sig forkeert som de Dele, der tabes udi Vandet §. 95. 3). Ellers ere paa disse Maader de Lister over Tingenes specifike Tyngder fundne, som forekomme i de physiske og hydrauliske Skrifter. Da adskillige Læsere maaskee maatte ønske at finde dem her anførte, haver jeg ikke vildet undlade, at gjøre af Endeel følgende Udkast. See Cotes *Leçons de Physique* ved Monnier.

Naar Vandets Egen-Tyngsel eller specifike Tyngde er = 1000,

	bliver samme i		bliver samme i
Fiinste Guld — —	19.640	Amethist — —	2.211
Dukat Guld — —	18.261	Grønt Træe — —	1.004
Fiinste Solv — —	11.091	Tør Fyr — —	0.550
Blye — — —	11.325	Eeg — — —	0.870
Japansk Kobber —	9.000	Esk — — —	0.800
Sædvanlig Kobber —	8.784	Elm — — —	0.600
Messing — —	8.000	Ahorn — — —	0.755
Jern — — —	7.645	Pære-Træ — —	0.663
Staal — — —	7.850	Brasille-Træ og Buxbom	1.030
Fiint Tin — —	7.471	Hvid Sandal — —	1.041
Zink — — —	7.107	Iben Træ — —	1.177
Demant — —	3.400	Korke Træ — —	0.240
Tyrkis — — —	3.008	Elphenbeen — —	1.825
Smaragd — —	2.777	Gemeen Øre-Been —	1.656
Islandsk Kristal —	2.720	Faare-Been — —	2.222
Orientalsk Saphir —	3.562	Jaspis — — —	2.610
Bøhmisk Granat —	4.360	Engelsk Agath —	2.512
Svensk Granat —	3.978	Sarder — — —	2.180
Lazur — — —	3.054	Egyptisk Steen —	2.578
Topase — — —	2.712	Ambra og Menneske-Blod	1.040
Opal — — —	2.882	Hvid Vox — —	0.995
Klippe-Kristal — —	2.650	Marmor, omtrent —	2.718
Hyacinth — —	2.631	Naturlig Cinnober —	7.300
Onyx — — —	2.627		

Iblant

§. 145.

Tredie Tilfælde. At finde Forholden imellem de flydende Ting deres specifike Tyngder.

Saa tidt derimod, som man vil finde Forholden imellem de flydende Tings specifike Tyngder, skeer dette allerbest ved Hielp af et og det samme faste Legeme, som synkes først ned i en, siden i en anden af de flydende Materier; da man altid, ved at iagttage, som for, hvad det taber i Vegten i en efter den anden af dem, kan af disse Tab bestemme de flydende Materiers specifike Tyngde.

§. 146.

Forsigtighed, som behøves ved dette Slags Forsøg.

Man kan i disse Forsøg aldrig være noie og agtsom nok. De flydende Materier ere, saa tidt som de ere varmere, af større, saa tidt derimod, som de ere koldere, af mindre Tykkelse. Af denne Aarsag findes de ikke til alle Tider i Aaret af samme specifike Tyngde.

De faste Ting blive ligeledes, jo varmere de ere, af et desto større geometrisk Indhold, jo koldere derimod de ere, af desto mindre. Da derfor Luften ikke er saa kold, som Vandet, bør man i dette Slags Forsøg bruge en saadan Materie, som ikke uden overmaade lidet forandrer sig i Kuld og Hede. Glas er dertil best skikket. Hvorfor man og i disse Experimenter særdeles betiener sig af aflange Glas-Kugler.

Des-

Iblant andre mange Nytter, som deslige Lister haver, er den ikke en med af de ringeste, at de, som ellers ikke kiende Tingene, kunde undersøge, om de og ere, hvad de gives ud for at være, ved at undersøge deres specifike Tyngde.

Desuden; at det, hvorved de henge, ikke skal, saa tidt som det og taber noget af sin Tyngde i Vandet, derved forvirre Regningen, og giore Experimentet usikker, betiener man sig i alle deslige Forsog af Heste-Haar, til at henge Glas-Kuglen i, fordi deres specifike Tyngde er virkelig fast den samme som Vandets.

§. 147.

Dette forudsat, behoves alene en forelobende Anmerkning, den nemlig, at de flydende Tings specifike Tyngder forholde sig under sig, som de adskillige Dele et og det samme Legeme, der i dem ganske synker, i dem taber af sin Vegt. Thi disse Tab i Vegten ere deres Tyngder under samme geometriske Indhold.

§. 148.

Man behover derfor intet andet, for at finde de flydende Tings specifike Indhold, end at henge Glas-Kuglen paa Vegten, og sætte den først i Ligevegt udi Luften, og siden at komme den i de adskillige flydende Materier, først i en, saa i en anden, og bestandig merke, hvad den taber i enhver af dem. De i Vegten tabte Dele ere under sig, som disse flydende Tings specifike Tyngder (*).

§. 149.

(*) Saaledes haver man fundet de specifike Tyngder:

i Regn-Vand — —	1000	i Menneske-Blod —	1.040
Brønd-Vand — —	0.999	Koe- og Giedde-Melk	1.300
See-Vand — —	1.089	Øl — — — —	1.019
Kaagende Vand —	0.963	Urin — — —	1.030
Burgunder-Viin —	0.992	Hav-Vand — —	1030
Pontak-Viin — —	0.993	Destillert Viin-Edike	1.030
Kanarie-Viin — —	1.033	Gemeen Viin-Edike —	1.017

§. 149.

En anden Maade at undersøge de flydende Tings specifike Tyngde paa.

Dersom man veed Vandets specifike Tyngde, (hvilken altid kan findes, ved at veie et bekiendt Legeme, for Ex. et Kubik, der er tungere end Vandet, af i Vandet) saa kan man endnu paa en mageligere Maade giøre disse Forseg.

Man henger nemlig Glas-Kuglen i Vand, og legger paa den anden Vegt-Skaal saa megen Tyngde, som behoves, for at alt kan staae i Ligevegt. Derpaa tages Vandet bort, og et Kar, som er bleven fyldt med den anden Slags flydende Materie, hvilken man vil undersøge, sættes i Steden, saa Glas-Kuglen, efter at den er blevet vel afterret, er i den fuldkommen sunket under. Derpaa legges Vegt enten paa den ene, eller paa den anden Skaal, saa længe til Ligevegten imellem begge Vegt-Skaaler paa nye er bragt tilveie. Dersom de tillagte Tyngder ere blevne lagte paa den Vegt-Skaal, Glas-Kuglen henger ved, haver den tabt meer af sin Tyngde, end i Vandet, følgelig maa de legges til det Tal, som tilkiendegiver Vandets Tyngde, for at faae den flydende Materies specifike Tyngde, som undersøges.

Saafremt derimod, at de legges paa den anden Vegt-Skaal, er Kuglen bleven tungere, den haver derfor tabt mindre af sin Tyngde, følgelig maa i denne Tilfælde de tillagte Lod trekkes fra Vandets Tyngde.

§. 150.

Man pleier sædvanlig i deslige Forseg at antage Vandets Tyngde = 1000. Er da det bekiendt, hvad Kuglen taber af virkelig Vegt i Vandet, som vi ville kalde *a*, det, den taber i en

anden flydende Materie, b, da bliver $\frac{b}{a}.1000$ denne sidstes specifike Tyngde. 147. 148.

Følger man Methoden §. 149, og kalder Forskiellen i Vegten c, da, naar Vandets specifike Tyngde er a, bliver den anden flydende Materies Tyngde $a \pm c$ under samme geometrisk Indhold, og henført til en specifik Tyngde af Vandet 1000, $= \frac{a \pm c}{a}.1000$.

§. 151.

Ligesom vi i det forrige undersøgte de flydende Tings specifike Tyngder ved en tungere Materie, end de selv ere, saa kan man og undersøge dem ved Hielp af en lettere, alene at man, ligesom før, betiener sig af et og det samme Legeme, for Ex. af en Cylinder.

Thi da den Deel flydende Materie, som et saadant Legeme jager ud af sit Sted, altid er af samme Vegt, saa tung nemlig, som Legemets Tyngde, saa maa, om det Flydende er dobbelt tung, Tingen ikke synke uden halv saa dybt, som i en lettere Materie, o. s. v. Hvoraf man seer, at de flydende Materiers specifike Tyngder ere i forkeert Forhold af de Dele, som i dem synke ned af et og det samme Legeme, der i dem flyder.

§. 152.

Beskrivelsen af et Instrument, til at afveie flydende Materier, hvis Forskiel i specifik Tyngde

Det er af dette Princip, at man forfærdiger de smaa bekiendte Instrumenter af Glas, hvorved Tyngden bestemmes af flydende Materier, udi hvilke Forskiellen af den specifike Tyngde ikke er anseelig. Instrumentet fAB er et huult Glas-Rør, med enkelt eller dobbelt

Kugle

Kugle i Enden, som i Taf. II. Fig. 8. Da det er gemeenlig alt for let i sig selv til at synke, kommes indvendig nogle smaa Blye-Korn eller lidt Qvegsølv, saa det synker i, og sunket holder sig i Vertikalen saaledes, at det Halve af Røret *fg* staaer omtrent under Vandet. Derpaa veies Instrumentet paa det nøieste i den frie Luft, og sættes siden i Vandet, hvor vi antage, at det synker til *e*. Enden *f* henges siden paa en Vegt, dog saa, at Instrumentet uforrykt bliver staaende i Vandet indtil i *e*, og derpaa legges saa mange Gran paa den anden af Vegt-Skaalerne, som man got synes; hvorved Instrumentet stiger i Vandet, for Ex. fra *e* til *a*, førend at begge Vegt-Skaalene holde igien Ligevegt sammen. Kaldes Instrumentets Tyngde A, Vegten af de paalagte Gran B. Da bliver Vandets Vegt, som jages ud af *ae*, = A — B. Fordi derfor til lige Dele af Cylindren *ea*, som synke, svare lige store Dele af den Vegt B, inddeles da *ea* i saa mange lige store Dele *n*, som man selv vil, saa svarer til enhver af dem den Deel af Tyngden $\frac{B}{n}$.

ikke er uden liden.

Saaledes, om hele Instrumentet veiede 600 Gran, og 30 Gran bleve lagte paa Vegten, men *ea* blev deelt i 20 lige store Dele; da svarede til enhver Inddeelning $1\frac{1}{2}$ Grans Forskiel i det udjagede Vands Tyngde. Derfor, om Instrumentet sank i en flydende Materie om $\frac{1}{4}ae$, i en anden om $\frac{1}{5}ae$, da bliver disse to Materiers specifike Tyngde i forkeert Forhold af de sunkne Dele §. 151, eller som 606 : $607\frac{1}{2}$, som 404 : 405.

§. 153.

§. 153.

Man kan paa denne Maade finde alle forekommende Tings specifike Tyngde. Vi ville alene kortelig agte, hvorledes man maa bære sig ad i visse vanskelige Tilfælde.

1) Dersom Materierne smelte i Vand, giør man best i at veie dem af i Olie, siden de da ikke gierne i den smelte, som for Exempel alle Slags Salt.

Eller og man kan svøbe dem ind i Vox. I dette Tilfælde maa først Voxets specifike Tyngde findes; eller hvad det taber i Vandet, og dette Tab trekkes fra, hvad det hele sammensatte taber i Vandet.

2) Er det, som skal veies af, et Pulver, legger man det i et Glas; Glasset henges først paa Vegt-Skaalen og kommes under Vandet, da man betynger den Vegt-Skaal, Glasset henger i, med saa mange Lodder, som nødig gieres for at begge Vegt-Skaalene kunde staae i Ligevegt med hverandre. Dette giort, tages Glasset af Vandet, Pulveret kommes i og igiennemtrekkes først med lidet Vand, at det ret kan synke, og ikke flyde ud af Glasset, naar det kommes i det øvrige Vand. Derpaa findes den specifike Tyngde, ligesom i forrige Tilfælde.

§. 154.

De Hydrostatiske Vegter beskrives.

I en Mængde Tilfælde er det høist magtpaaliggende, at kunde veie Tingene af paa det nøieste. Dette kan skee ved at følge de hydrostatiske Princips. Til den Ende ville vi beskrive Instrumentet selv saaledes, som det forefindes iblant Akademiets Instrumenter. Man behøver en overmaade nøie Vegt, som kan bringes

ges ud af sin Ligevegt ved det allermindste, som betynger meer den ene Vegtskaal, end den anden, endog naar Vegt-Skaalene ere betyngede med nogle Lods Vegt. Da disse Vegter ere i meget høi Grad bevægelige, og om de først komme i nogen heftig Bevægelse, siden i lang Tid igien ikke kunde bringes til at hvile, saa at Afveiningen er vanskelig, om man ikke med visse Fordele henger Vegten op, saa ville vi vise efter S. Gravesande (*), hvorledes dette paa den fordeelagtigste Maade kan skee og iverksættes. Vegten selv med Stellagen, hvori den henger, og de til samme hørende Dele, sees ellers udi Fig. 9, 10 og 11. Taf. II.

I Stellagen er den runde Støtte CBA Hoved-Stykket, som bær alt. Den bestaaer af 3 Dele, C, B, A, hvilke kunde skrues i hverandre. Den underste Deel A er neden til forsynet med en Skrue, hvorved den kan feies til et horizontalt Bord. Denne Indretning er bequem for at kunde sætte Machinen op, og igien at løse den af efter Behag. Stykket C ender sig øverst oppe med en cylindrisk Tap, udarbeidet i Conver-Skrue; Denne Skrue stikker igiennem Enden af Armen D, som derfor kan bevæges rundt om, saavelsom Stykkerne C og B, paa det at Vegten E kan frit henge, eftersom det under Afveiningen behøves, enten paa en eller paa den anden Side. Vegten selv er, som Fig. 9 viser; i et tyndt Stykke Bret, ved Hielp af to Silke-Snorer, ophengt udi F. I Stykket D ere to Tridser indlagte, som Figuren ligeledes viser, om dem gaae Snorerne saaledes, at de blive parallele. De føres siden langs ned efter Siderne af Stytten CA. Nederst i A ere igien paa disse Sider to andre Tridser, over

(*) *Phys. Elem. Mathem.* Tom. I. Libr. 3. Cap. 4.

over hvilke disse Snorer løbe, for at samles over en Krog udi *a*. Denne Krog sidder i Enden af et Instrument G, hvilket tydeligere forevises udi Fig. 11. Dette Instrument er intet andet, end en Stang *ba* med Skrue i den ene, og med en Hage i den anden Ende, som kan bevæges frem og tilbage, hvorved Vegten, uden at komme i Sving, kan løftes og synkes over smaa Høider. For at bevæge Vegten over større vertikale Høider, end Skrueningen tillader, kan det hele Instrument G saaledes, som Fig. 11 foreviser, ved Aabningen *k* skydes ind paa Stokken *h*, Fig. 9. Over denne Stok fæstes den, paa hvad Sted man finder det nødigt, ved Hielp af Skruen H. Skydes, efter at Skruen H er løst, Instrumentet G enten længer ud paa Stokken, eller nærmere ind til Støtten, da bevæges derved Vegten selv uden at komme i stark Sving op eller ned efter Behag, saaledes, som det her i Instrumentets Opstilning eiensynlig og klarere vises.

I Stykket B af Støtten sees i Fig. 9 en Rende, som efter Axlen igiennemskier hele Tykkelsen af Støtten. I denne Skure legges en Arm Q ind saaledes, at Bøilen *rr*, som er fæstet til Armen, ligger med begge Enderne strax under Vegten, og fast horizontal, derved forekommes endnu ydermere alle store Sving af Vegten, naar Tyngderne legges paa begge Skaalerne, saa de snart kunde sætte sig i Ligevegt igien.

Skaalerne af Vegten ere neden under forsynede med smaa Kroge, i hvilke henge meget fine Messing-Kieder. Men da det er nødigt, for neie at veie den givne Tyngde af, at have en Messing Traad med Viseren N anlagt saaledes, som det forevises i Fig. 9, saa betiener man sig dertil af Tavlen L, igiennem hvis Huller M og M Messing Kiederne uhindrede kunde synke. For at iverksætte dette

sidste,

sidste, maa man vide Beskaffenheden af Tavlen L neden under, da (Fig. 10.) P er et bevægeligt Bret, som kan imellem Listerne paa Siden af Tavlen skydes frem og tilbage, følgelig og ved dets Hielp Tavlen MLM i Fig. 9 skydes frem og tilbage efter MM. Til Brettet P er føiet en elastisk Messing-Plade o, udi hvilken er et Indsnit eller en Skure i Midten. I det øverste Bret L er en Messing Stift, fæstet med convex Skrue, som stikker igiennem Skuren, paa denne Skrue skrues den anden hule Skrue *n* fast, hvorved det underste Bret P fæstes fast til det øverste Bret i Tavlen L, hvor man behøver. Videre holder fast med Brettet P en Kobber-Plade *p*, paa hvilken staaer perpendikulær en Messing Cylinder *q*, forsynet med Skrue i Enden.

Tavlen L bæres af en Arm Q', Fig. 12; hvis spitse Ende S stikker ind i den udskaarne Rende udi Stykket B af Støtten, og fæstes i horizontal Stilning med Skruen V. I Q' er igien indskaaret en Rende *tt*, udi hvilken Cylindren *q* (Fig. 10.) stikkes ned og fæstes neden under med en Skrue, som *n*. I alle deslige Tilfælde legges en liden Messing Plade *x* imellem, for at forvare Træet. Saaledes kan Tavlen L paa begge Maader skydes frem og tilbage, saa at Kiederne altid uhindret kunde falde frit igiennem Aabningerne M.

§. 155.

Til at veie Tyngder af, behøves ikke at meer end den ene Vegtskaal er neden under forsynet med Kiede. Saavel Kieden som Linien N med den paahengte Tyngde *i* udi Fig. 9, kan man forestille sig som borttagne. Under den anden Vegt-Skaal derimod henger ikke alene den føromtalte tynde Messing-Kiede, men i en Krog, som henger

i Enden af Messing-Kieden, endnu desuden en Messing-Traad N, omviklet med Papiir, at de Inddeelnings-Linier, om hvilke strax skal blive talt, desto bedre og tydeligere kunde trekkes og kiendes. I Kanten af Tavlen MLM er en Messing Cylinder R stukket ned, som let forstaaes af Figuren, og som kan bevæges rundt om. Paa den er anlagt en Messing Viser *s*, ved hvis Hielp Inddeelnings-Linierne paa N desto bedre kunde skiennes. Viseren *s* er indvendig forsynet med smaa elastiske Lam.ll:r, saa den overalt kan hefte fast ved N.

Forestiller man sig videre Loddet *z* som borttaget. Da sees under *z* en smal Messing-Cylinder *v* med en liden Kugle i Enden. Denne henges umiddelbar paa den neder`e Krog af Messing-Traaden N. *v* maa være meget glat og overalt af lige Tykkelse. Man indretter alt saaledes, at naar Vegten er sunket ganske nær ned imod Tavlen L, den øverste Grund-Flade af Cylindren *v* da stryger Vandet i Glasset, som Figuren viser, staaer neden under paa Bordet. Før den kommes i Vandet, bliver den indsmurt i Olie, og samme igien vel afstreget, at Vandet ikke, naar *v* igien trekkes op, skal henge ved, og formere Tyngden. Vegt-Skaalerne sættes i Ligevegt. Derpaa føres Vegten saa meget i Høiden, at ikke uden den halve Længde af Messing-Cylindren *v* staaer under Vandet. Da Vegt-Skaalen 1 ved det neden under paahængte saaledes er blevet tungere, end Vegt-Skaalen 2, saa henges paa Krogen neden under Vegt-Skaalen 2 et lidet Lod 3, hvilket er net op af den Tyngde, at begge Skaalerne holde Ligevegt sammen, naar den halve Længde af *v* staaer under Vandet. Viseren skydes derpaa op paa det Midterste af Papiret, hvor man i 5 tegner det første Inddeelnings-Punkt. Derpaa legges et Gran paa Vegt-Skaalen 2,

hver-

hvorved Ligevegten hæves. For igien at bringe den i Stand, løfter man Vegten ved Hielp af Instrumentet G saa længe, til Staugen v er om et saa stort Stykke trukket ud af Vandet, at den igien i Luften vinder et Gran af den Tyngde, som den havde tabt i Vandet. Det Punkt 7, hvorpaa Viseren da staaer, merkes ligeledes paa Papiret meget neie. Siden tages Granet af Vegtskaalen 2, og legges i den anden 1, hvorpaa igien Ligevegten hæves, men man lader derpaa Vegt-Skaalen dale ned imod L saa længe, til at Ligevegten er igien i Stand. Det Punkt 6, som Viseren s da angiver, merkes ligeledes meget neie, og man faaer 5.6 = 5.7, fordi, som før sagt, Cylindren v er overalt af den samme Tykkelse. Disse to Rum 5.6 og 5.7 inddeles igien fra 5 af saavel op, som ned efter, hver i 20 lige Dele, og de kunde deles hver igien i 5 andre endnu mindre. 5.6 kaldes den stigende, og 6.7 den faldende Deelning.

§. 156.

Hvorledes Tyngden af det, som veies af, meget neie kan bestemmes.

Man seer deraf, at naar alt er blevet indrettet efter det nylig forklarte, og det, som skal veies af, legges paa Skaalen 2, men Loddene, man veier af med paa den anden, og begge Skaalerne staae, indtil paa nogle Dele af et Gran, udi Ligevegt med hverandre. Da løftes eller synkes Vegten saa længe, til at Ligevegten paa det allerneieste haves. Viser da Viseren paa Dele af den stigende Deelning, for Ex. paa 6 eller 30, da maa $\frac{3}{10}$ Gran tages fra de paalagte Lod, for at finde neie Vegten af det, som veies. Tvertimod maa saa mange Dele af et Gran legges til Loddene, som Viseren paa den faldende Deelning angiver.

Ellers sees let, at det er ikke alene til at undersøge den neie Vegt af Legemerne i den frie Luft, at denne Indretning er tienlig, men ligeledes i en Mængde andre hydrostatiske Forsøg, som vi i de physiske Forelæsninger nærmere ville foretage og forklare. Vi ville alene her til Slutning erindre, hvorledes paa før sagte Maade de flydende Tings Tykkelser eller Tyngder under sig kunde findes paa en fuldkommere Maade.

§. 157.

Den hydrostatiske Brug af disse Vegter vises udførligere.

Man bruger dertil, som Fig. 9 viser, et Legeme af Glas, fordi denne Materie mindre trekker sig sammen og giver sig igien ud under adskillige Grader af Kuld og Varme i det Flydende, end andre. *t* henger i et Heste-Haar N, og synkes ned i et Glas fuld af det Flydende, hvis Tykkelse eller Tyngde man vil undersøge, efterat Loddet *z* er blevet hengt paa, hvilket tillige med en anden Tyngde af bekiend Størrelse, som legges paa Vegt Skaalen *r*, holder Ligevegt med *t*. Er Ligevegten rigtig, synkes *t* ned i det Flydende, og hvad *t* i samme taber, veies neie af efter §. 155, 156. Man gier det samme med flere flydende Materier, hvoraf saavel deres Tykkelser, som absolute og specifike Tyngder, meget neie under sig bestemmes, efter hvad vi desangaaende overflødig have forklart i det foregaaende.

Pneu-

Pneumatik.

Pneumatik
eller
Aerometrie.

Første Forelæsning.

Om de elastiske flydende Tings almindelige Beskaffenheder.

§. 1.

Man forstaaer i egentlig Mening ved **Aerometrie** eller **Pneumatik** den Videnskab om Luften. I en meer vidtløftig derimod forstaaes under dette Navn al den Kundskab, som vi have om de elastiske flydende Tings Egenskaber og Natur. Da Luften er det ældst og best bekiendte af alle elastiske flydende Materier, saavelsom det af dem, hvis Brug i sær er stor i Machin-Væsenet, saa haver den af denne Aarsag givet en Vi-

Luften er af alle flydende elastiske Materier den best bekiendte.

denskab sit Navn, som kunde strekke sig til en Mængde adskillige flydende og elastiske Materier, om de ellers vare os saa vel bekiendte, som vi maatte og burde ønske.

§. 2.

Skiønt af dem utallige Slags findes i Naturen.

De elastiske flydende Materier ere ellers i Naturen utallig mange; Thi fast alle Legemer uddunste saadanne af sig, i sær i et ledigt og Luft frie Rum. Disse sidste ere adskillige under sig, adskillige fra Luften, og fra den til stor Deel i sær deri adskillige, at de meget let tabe deres elastiske Natur. De forekomme i sær i Tingenes Giæring (Fermentation) og i deres Forraadnelse. Hvad det første angaaer, da ere nogle af de elastiske Materier, som derved tilveiebringes af en utroelig Styrke. Naar i et Luft-frie Rum den saa kaldte Caroc-Olie blandes med Spiritu Nitri, bliver af begges Giæring en elastisk Luft, som brekker de stærkeste Kar, hvori den indsluttes. Kræfterne af denne Luft ere ikke mindre betydelige end Krudets; saa at man og derfor haver kaldet de nylig omtalte Materier, saasnart som de bleve sammenblandte, det flydende Krud.

§. 3.

Krudet henhører iblant dem, naar det opløses i Dunster.

Krudet selv henhører iblant disse flydende Materier. Det giør derved sin Virkning, at det af Ilden opløses i en elastisk flydende Materie, som søger idelig at brede sig ud, og derover trykker med mægtige Kræfter paa alt det, som staaer imod. Da Krudets Brug i Machin-Væsenet ikke er af synderlig Betydenhed, fordi man ei kan bringe dets Kræfter til en langsom og vedvarende Virkning, saa ville vi derfor her heller ikke tale om denne besynderlige Materie,

Materie, men gienme til vore Forelæsninger over Artilleriet, hvad vi desangaaende have at sige.

§. 4.

Vandet derimod er en af de mekaniske Kræfter, som endog i denne Henseende her bør komme i Betragtning, skiønt ei saaledes, som det findes i sin simple og naturlige Tilstand, men saaledes, som det bliver ved Konsten, naar det nemlig ved Ilden opløses i en Eem. Man maa sige, at Vandet er heri et med af de beshynderligste Væsener i Naturen. Den Elasticite, som man merker i Vand Draaberne selv, er ikke betydelig; den derimod, som er i Emen, er endnu af større Kræfter, end Krudets. Vi skulle siden faae at see, at Varmen ligeledes formerer Luftens elastiske Kræfter. Vandet, eller rettere Emen, ligeledes.

§. 5.

Den elastiske flydende Materie, som vi her ville tale om, er Luften. Om hvis elastiske Indskrenkning og Udbredelse man let overbeviser sig, ved at trykke oppustede og om Halsen stærk bundne Blærer sammen, som igien give sig ud; ved at holde ligeledes bundne Blærer med lidet Luft i over Ilden, da den merkelig udbreder sig. Ligeledes ved Kompressions-Pumpen, om hvilken siden; saavel som paa en Mængde andre Maader. Om Emen skulde vi handle, naar vi tale om de Machiner, som ved den drives. De andre ere ikke stort bekiendte, og i Machin-Væsenet uden Brug. Dog før vi tale i Særdeleshed om Luften, ville vi i Almindelighed overlegge, hvad der tilkommer alle deslige flydende Materier, under et betragtede.

§. 6.

De elastiske flydende Tings Egenskaber forklares. De ere alle tunge.

Man seer let af det, hvad vi forhen have sagt om Tyngden, at siden den er en Kraft, hvormed alle de Ting, som ere paa og omkring Jorden, søge ned imod dens Middelpunkt, saa maa derfor alle de elastiske flydende Materier, alle uden Forskiel, være tunge. Dette er og det, som Erfaring viser. Ikke desto mindre varede det overmaade længe i Verden, før man vilde troe, at Luften var tung, man meente, at al Erfaring viiste noget andet.

Man holdt nemlig for, at ligesom der vare af Naturen tunge Ting til, hvilke søgte ned efter imod Jordens Center, vare der og af Naturen lette Ting til, som bevægede sig fra dette Center og op efter. Man meente, at dette saaes eiensynlig i de lettere flydende Materier, saavel som i Luften og Ilden. I Henseende til de første tog man ikke nok i Agt, hvad i Hydrostatik er bleven beviist, at de mindre tunge Materier stege i andre af en større specifik Tyngde, fordi de af disse sidste bleve drevne op efter med Kræfter, hvilke vare Forskiellen imellem begges Tyngder.

§. 7.

De Gamles falske Maade, at forklare Luftens Virkninger paa, anføres, saavelsom Aarsagen, hvorfor Vandet stiger i Pumperne.

Aristoteles havde vel tilstaaet Luften en Tyngde, men dette var blevet glemt. I den Sted forklarte man alt det, som af Luftens Tyngde burde forstaaes, af en Afskye, som man holdt for, Naturen havde for alle ledige Rum. Dette, meente man, var Aarsagen, hvorfor Vandet steeg i Rør, af hvilke Luften var trokken ud. Af dette Princip forklarte man Pumpernes Natur.

I Følge denne Regel burde Vandet i Luft-frie Rør havde steget til hvad Høide man vilde. For at forstaae dette saa meget

desto

desto bedre, behøves intet andet, end at forestille sig (Taf. I. Fig. 1.) et cylindrisk Rør, som BCED, at staae i Vandet med den ene Ende CE. I samme Rør kan man forestille sig en bevægelig Løbere eller Spand A, der slutter saa neie med Rørets Sider, at Luften ei kan ved Siderne, og heller ikke igiennem A selv, gaae igiennem. Løftes A ved Hielp af Stangen AG, da er det klart, at i Røret CEDB bliver et ledigt og Luft frie Rum, fordi Løberen A fleder Luften for sig.

Saafremt da Vandet idelig steeg og forfulgte Løberen, fordi Naturen havde en Afsky for et ledigt Rum, og af Aarsag, at den selv var noget, ansaae dette sidste, saa at sige, for sin dødelige Fiende; saa maatte nødvendig, i hvor høit end Løberen A steeg, Vandet selv stige efter. Men dette er, hvad Erfaring viser, ikke sker. Vandet stiger alene, saa omtrent at regne, til 32 Fods Høide, og ikke derover.

§. 8.

Ved hvad Anledning Galilæus fandt Luftens Egenskaber.

I de ældre Tider maa man enten meget sielden have giort Pumpe-Værker af meer end 15 til 16 Alens Høide, eller og haver man den Tid opfyret de Slutninger, som Erfaring gav Anledning til at giøre, af Kierlighed til forudfattede Meninger. Naturens Afsky blev bestandig hos Alderdommen den Aarsag, som forvoldte, at Vandet steeg, indtil den skarpsindige Galilæi Tid.

I denne store Mands Tid traf det ind, at en Gartner i Florenz vilde bringe Vandet høiere i Veiret, end til 32 Fods Høide. Han fik med Forundring at see, at dette aldrig vilde gaae an. Vandet blev til denne Høide altid staaende, nemlig i Florentinsk

Maal til 18 Alen, uagtet at Røret tilforladelig var Luft-frie. Han forlangte desangaaende at vide Galilæi Mening. Dette store Genie saae strax, at en bestemt Virkning maatte komme af visse bestemte Kræfter. Der var intet, hvorfra disse sidste kunde komme, uden fra Luftens Tyngde alene, med mindre, at Naturens Afskye for et ledigt Rum ikke strak sig til en større Høide end 32 Fod.

§. 9.

Galil'æus beviiste Luftens Tyngde deraf, at en sammentrykt Luft veiede meer end i sin naturlige Tykkelse.

Galilæus vilde være derom bedre og paa andre Maader forvisset. Han sammenpressede Luften, saa godt som han kunde, i en rund Flaske forsynet (Taf. I. Fig. 2.), med et Rør og en Hane. I denne sidste var en Aabning, igiennem hvilken Luften ved Hielp af en Sprøite kunde presses ind i Flasken. Vred man Hanen derimod om, kunde Luften ikke gaae igien ud. Han veiede den baade før og siden paa en let bevægelig Vegt, og fandt, at Flasken med sammentrykt Luft var tungest. Han giorde endnu nogle mindre Forseg, som vel beviiste nogenlunde Luftens Tyngde, men ikke i den Fuldkommenhed, hvori den siden er blevet viist. Han synes at have vaklet imellem begge Hypotheser, og mest at have ynded den gamle.

Saa tidt som man paa Galilæi Maade trykker Luften sammen udi firkantede Glas, og tager sig ei i Agt, at Luften ei uden i ringe Grad sammentrykkes, da sprenger den Glasset, saa Stykkerne endog kunde flyve omkring og giøre Skade. Dette beviser og, at Luften er elastisk, eller søger at brede sig ud paa alle Sider.

§. 10.

Det samme blev siden beviist ved Kugler, af hvilke

Galilæi fortredelige Skiebne tillod ham ikke at giøre alle de herhid hørende Undersøgninger. Man forsøgte det samme siden paa andre

andre Maader. Man fandt at Ilden drev Luften ud, og gjorde den overmaade tynd i Karrene. Man veiede glødde og kolde hule Metal-Kugler; man fandt at kolde, i hvilke Luften var i sin fulde Tykkelse, vare tungere, end de samme, naar de vare gloende, og Luften var ved Varmen af dem jaget ud; hvilket at skee, vi i det følgende skulde vise.

Luftens Tyngde blev siden bedre bekiendt ved Barometret, da *Toricelli Galilæi* berømmelige Discipel fandt, at Qvegsølvet ei steeg uden til 28 Tommer i et Luft-frie Rum, saa Naturens Afskye her ikke engang strak sig til 32 Fods Høide. Naturens Afskye var altsaa intet. Vi skulle tale om Barometret siden. Man blev overbeviist om, at Luften var tung; man veed i vor Tid at give derpaa Beviis paa utallige mange Maader. Og man er ligeledes overbeviist om, at alle andre flydende elastiske Materier ligeledes ere tunge.

Luften bleb jaget ud ved Varmen.

§. II.

Men saasnart som dette er, saa seer enhver let, at alle de forømtalte hydrostatiske Regler, som tilkomme alle de flydende Materier i Almindelighed, maa ligeledes tilkomme Luften og de flydende Materier af dens Slags. De maa nemlig alle efter samme Regler trykke over sig, under sig, paa Siden, og efter alle andre Direktioner. Deres øverste Flade maa altid, naar de hvile, være et horizontalPlan. De maa stige i de tungere flydende Materier, og de lettere maa stige i dem selv igien.

De hydrostatiske Regler kunne anvendes til Luften og de øvrige flydende elastiske Materier.

Dette have de alt tilfelles med de flydende Materier, hvilke vi i de hydrostatiske Forelæsninger alene have betragtet fra to Die-

Punkter;

Punkter; nemlig, at de vare simpel hen flydende, og for saa vidt, som de vare tunge. Men i de elastiske maa gjøres en Betragtning meer, hvilken gjør deres Theorie i det, som angaaer Bevægelsen, overmaade vanskelig. Og denne sidste er Beskaffenheden af Elasticiteten.

§. 12.

Hvori de elastiske flydende Tings Natur synes at bestaae og en Hoved-Forskiel imellem dem og Vandet

Vi nævnede kortelig i den første hydrostatiske Forelæsning den Forskiel, som Elasticiteten foraarsager imellem de sædvanlige flydende Ting og de elastiske; at nemlig disse sidste lade sig trykke sammen. Vi sagde tillige §. 15 hvorfor; fordi nemlig alle de elastiske Dele drive hverandre fra sig med Kræfter, som blive alt svagere og svagere, efterhvad Distancen var større.

I det mindste træffer med denne Hypothese alt det, som vi have at sige om de flydende elastiske Ting, fuldkommen vel ind. Skiønt disse Kræfter og deres Naturs sidste Underseegning henhører egentlig til Physik; ville vi dog ikke desto mindre af denne Theorie betiene os her. Ere da Kræfterne, hvormed de elastiske flydende Tings Dele drive hverandre fra sig, alt svagere og svagere, efterhvad Distancen bliver større til, saa maa de nødvendig kunde drives nærmere sammen, hvilket og Erfaring viser §. 9.

Da Vandet derimod ikke lader sine Dele drive sammen (*), saa maa man sige, at disse paa en meget liden Distance drive hinanden fra sig med uendelige Kræfter, men som ikke yttre sig uden paa meget

(*) See *Tentamina Experim. Natural. Academiæ del Cimento* per Muschenbroek. *Experim. circa Compressionem aquæ cum Additamentis.*

meget korte Distancer. Kræfterne, der ere som Kubus og de større Høider af Distancen forkeert, ere, i Henseende til Attraktionen, af samme Beskaffenhed. §. 298 Stat. i Anmerkn.

Forskiellen imellem de Kræfter, hvormed Lustens og Vandets Dele drive hverandre fra sig, bestaaer derfor deri, at de første strekke sig til overmaade store, de sidste ikke uden paa meget smaa Distancer, og saa længe, som disse Kræfter virke, ere begge flydende. Men et er her i sær besynderligt, at da Lustens og Vandets egentligste Natur synes at bestaae i deres Deles repulsive Kræfter, er der dog en vis Distance, udi hvilken begge ytre en sammenhengende Kraft, hvilken viser sig i Vandet, naar det bliver til Jis, eller en fast Materie, og i Lusten ligeledes, saa tidt som den taber sin Elasticitet, hvilket kan skee paa en Mængde Maader. I sær fæster Lusten sig i andre Legemer, i Planternes for Exempel, og Dyrenes. Deraf kommer tildeels den utroelige Mængde Luft, som trekkes ud af dem, naar de ved Forraadnelse, eller paa andre Maader, opløses. Men vi ville her ikke indlade os videre i de til Physik egentlig henhørende Betragtninger over Lusten, for at fortsætte det, som er her meer vores Sag.

§. 13.

De underste Lav ere i elastiske flydende Ting tykkere, end de øverste.

Da de elastiske flydende Ting lade sig sammentrykke, saa følger deraf, at i dem de underste Lav, naar de hvile, altid ere tykkere, end de øverste. Thi Virkningen maa voxe, som Aarsagen. Denne Aarsag er (i det mindste tildeels og bestandig) Tyngden af den overliggende Materie, følgelig maa de underste Dele nødvendig blive meer sammentrykte, end de øverste, derfor

maa og de underste Lav i dette Slags Materier være tykkere, end i de, som af de overliggendes Vegt ikke lade sig sammentrykke.

§. 14.

Tykkere elastiske Materier af samme Slags ere af større Elasticitet, end de tyndere, om Grade af Varmen er den samme.

Med Tykkelsen voxer Elasticiteten; den taber sig ligeledes, naar Tykkelsen formindskes, om Graden af Varmen er den samme. Thi saasnart ved de sammentrykkende Kræfter de flydende elastiske Tings Dele ere komne i Ligevegt under sig, og i Ligevegt med de Kræfter, af hvilke de trykkes sammen i et smallere Rum, maa de nødvendig søge ligesaa stærk at trykke imod, som de selv trykkes; men det Flydende bliver, i det det sammentrykkes, tykkere; Følgelig voxer Elasticitetens Kræfter i samme Grad, som de, der foraarsage den, det er, som de, der sammentrykke de elastiske flydende Materier i et mindre Rum, følgelig og altid i en vis Forhold af Tykkelsen. Saa man kan altid sige, at Elasticiteten er de trykkende Kræfter proportionert. I hvad Forhold derimod, at den er Tykkelsen proportionert, maa afgiøres ved Forseg.

Blive disse Kræfter mindre, brede de elastiske flydende Ting sig strax ud over et større Rum, thi til at give dem en vis Tykkelse, udfordres visse Kræfter (§. 13.), og saasnart som disse Kræfter ei meer staaer imod, som før, faae de af Elasticiteten Overmagt, saa Delene kunde drive hinanden længere fra sig, §. 12. Men da de elastiske Materier tillige ere flydende, søge de nødvendig at brede sig ud efter alle muelige Direktioner lige stærk, i Følge af de flydende Tings almindelige Egenskaber, hvilke forhen ere blevne forklarte i de hydrostatiske Forelæsninger.

Dette

Dette er, hvad vi i Almindelighed have havt nødig, forud at erindre, om de flydende elastiske Tings almindelige Beskaffenheder. Vi ville i nestkommende Forelæsning foretage den af dem best bekiendte, Luften nemlig i Særdeleshed. Vi ville slutte denne Forelæsning med den Anmerkning, at Luften haver det felles med alle andre, saavel flydende, som faste Ting, at den breder sig ud ved Varmen, og trekker sig igien sammen i et mindre Rum ved Kulden. Den maa derfor ved Varmen vinde, ved Kulden tabe Kræfter.

Anden Forelæsning.

Om Luften i Almindelighed, og om de fornemmeste Instrumenter, som man haver optænkt for at undersøge dens Egenskaber.

§. 15.

Atmosphærens Beskaffenhed forklares.

Iblant alle flydende elastiske Materier er Luften den, som omringer vores hele Jord, hvilken man derfor kalder Jordens **Atmosphære**, eller **Dunst-Kreds**, fordi den er den letteste Deel af alle jordiske Materier, den, som omringer alle de andre, og tager imod alle de øvrige jordiske Tings Uddunstninger. At en saadan Materie er til, skiønt den er usynlig i sig, bevise Skyerne, som den bær; Vindene, som ere ikke andet, end dens Bølger, naar den bevæges fort. Man kan ved den mindste Bevægelse af Haanden giort frem og tilbage, følelig kiende, at en flydende Materie, som omringer os, staaer Bevægelsen imod. Denne er Luften.

§. 16.

Hvorledes ved Barometret eller Veir Glas

At Luften er i samme Mening en flydende Materie, som de foromtalte hydrostatiske, beviser man ved en Mængde

de Forsog, hvilke vienſynlig forſikre os om, at den trykker under ſig, over ſig og paa Siden. Diſſe Forſog ere nogle med af de ældſte, og bleve ſtrax efter Galilæi Tid giorte af hans værdige og ſkarpſindige Diſcipel Toricelli, ved Hielp af det ſimple, men vpperlige Inſtrument, ſom i vor Tid er ſaa gemeent, og man ſædvanlig kiender under Navn af Veir-Glaſſet eller Barometret.

ſet Luftens Forandringer udi Tyngde kunde kiendes.

§. 17.

Dette ſidſte er (Taf. I. Fig. 3.) et ſimpelt Glas-Rør EG, ſom maa vare i det mindſte af 31 Tommers Længde efter Rhinſk Maal, og lukt i den ene Ende udi E, men neden til aabent under G. Man tager reent Qvegſølv, vender Reret EG om, og fylder det med Qvegſølvet. Stedes dette ſidſte ſammen med en Staal-Traad, bliver det let reent fra Luft-Bubler. Er Reret EG ſaaledes endevendt og ret fyldt med Qvegſølv, er der ingen Tvivl paa, at det jo tillige er frie for Luft. Holder man da Fingeren for, imedens at Reret vendes om, og ſættes med Enden G i et lidet Kar, fyldt med Qvegſølv, ACDB. Saa vil man ſee, at Qvegſølvet i EG, i hvor langt end at dette Rør er, falder af ſig ſelv til en Høide over Qvegſølvets Vand Linie AGB udi Karret, der er omtrent 28 til 30 Tommer, og bliver ſiden i denne Høide faſt uforanderlig ſtaaende. Barometret beſkrives.

Dette Inſtrument, ſaaledes tillavet, er det, man kalder Barometret. Jo videre Reret er, deſto bedre er det, fordi baade Mercurii Rivning paa Glaſſet da er mindre; Luft-Bublerne, i det Reret fyldes, kunde bedre faaes ud af Qvegſølvet, og den uordentlige

lige Figur, som Qvegsølvet i de engere Glas-Rør, i sit allereverste udi F, altid antager, da meget mindre merkes.

§. 18.

Eftertænker man dette Forsøg, da moder i det strax noget, som synes at stride med de sædvanlige hydrostatiske Regler. Alle de flydende Tings øverste Flade bør være et horizontalt Plan, derfor burde Qvegsølvet ei staae høiere i Roret EG, end i Karret ACDB. §. 74 Hydr. For. Men det staaer her 28 til 30 Rhinske Tommer at regne høiere i Roret EG, end i Karret. Følgelig er det ei Qvegsølvets egen Trykning, som kan foraarsage, at det stiger. Grunden maa ligge i en anden flydende Materie, og det af denne Aarsag.

Vi have for sagt (§. 136 Hydrost. Forel.), at naar to flydende Materier i Rør med felles Aabning trykke paa hverandre; da stiger den tungere langt fra ikke til den Høide i sit Rør, som den lettere i sit. Forestiller man sig derfor i forrige Tilfælde (Taf. I. Fig. 4.) et virkeligt Rør EG, i hvilket Qvegsølvet staaer til den Høide F, og derpaa et andet HK, som naaer til det øverste af Atmosphæren, og hvori Luften staaer. Da trykke disse to flydende Materier paa hverandre saaledes, at siden Qvegsølvet er overmaade meget tungere i sit Rør, end Luften i sit, kan det første heller ikke, i det det holder Ligevegt med Luften, staae uden til en overmaade ringe Høide, imod hvad Atmosphærens eller Dunst-Kredsens Høide er. Høiderne ere nemlig i forkeert Forhold af de specifike Tyngder.

Der

Der er intet uden Luften, som her kan trykke paa Qvegsolvet, og ved sin Trykning foraarsage, at det stiger. For at overbevise sig saa meget desto tydeligere om, at Luften gior Virkningen, behoves intet andet, end at aabne Røret udi E; da man strax vil faae at see, at Qvegsolvet synker, og staaer saavel i Karret ACDB, som udi Røret FG, over den samme horizontale Flade. Fordi Luften i dette Tilfælde trykker ligesaa stærk ned ad efter FF, som op ad efter HK.

Vil man endnu til Overflodighed overbevise sig om, at en flydende Materies Trykning ligeledes altid forvolder at Qvegsolvet i Barometret stiger, da behoves intet andet, end at putte Karret med Barometret under Vandet, da man strax vil faae at see, at Qvegsolvet stiger omtrent om den 14de Deel af Dybden inden Vandet.

§. 19.

Det samme bevises ved andre Forsøg.

Dette Forseg stemmer fuldkommen vel med de, man haver giort over Vandet og andre flydende Materier, i ulige længere Rør. Da nemlig Qvegsolvet er omtrent 14 Gange, eller rettere $13\frac{1}{3}$ Gange, saa tung som Vandet, saa maa dette sidste og staae 14 Gange høiere i Rørene. Den berømte Pascal giorde disse betydelige, men vanskelige Forseg ved Glas-Rør, 20 Alen lange, som kunde hidses op og ned over en Mast, hvilken han til den Ende i Forveien havde ladet sætte. Han fandt, at samme Dag, da Qvegsolvet stod i Barometret $27\frac{1}{2}$ Tomme, steeg Vandet ved Luftens Trykning til $31\frac{1}{9}$ Fod, og Viin til $31\frac{2}{3}$ Fod i samme Maal, saa at samtlig disse flydende Materier steeg til Høider, som vare deres

specifike

specifike Tyngder proportionerte Den berømte Otto Guerike, som vi siden skulde tale om, saavel som Mariotte og andre, have ligeledes giort dette Forsøg, skiønt det ikke er uden al Vanskelighed; thi den Luft, som er i Vandet, og af det stiger op i den øverste tomme Deel af Røret, giør, at Vandet ei naaer sin rette Høide, fordi denne Luft trykker det igien lidt ned. At giøre disse Forsøg med Qvegsølvet er derfor fordeelagtig paa en dobbelt Maade; baade fordi de korte Rør bedre regieres, og Luften holder sig ei oppe i Qvegsølvet og i Vandet.

§. 20.

Og endnu ved et andet.

For endnu desto bedre at overbevise sig om, at det er Luftens Trykning, som foraarsager Qvegsølvets Stigning i Roret, behoves alene at bruge et Rør, lidt længere end det forrige, men (Taf. I. Fig. 5.) krumt i BC, for Resten paa samme Maade fyldt og sadt i Karret EF. Vi ville sætte, at Vandet staaer i Roret ABCD til den Linie GH. Aabnes derpaa Glasset udi C, da synker Qvegsølvet i den Deel af Roret CD, men stiger derimod i BA, indtil 28 til 30 Tommer, om ellers AB er saa lang.

Deraf sees ydermere, at Luften trykker under sig, over sig og paa Siden, som andre flydende Materier, følgelig og at den er selv en flydende Materie, hvis elastiske Kræfter ere efter alle Direktioner lige store.

§. 21.

Qvegsølvets Høide i Barometret viser ikke

Virkede Luftens Elasticitet alene ved de Kræfter, som den fik af Tyngden, da viiste Qvegsølvets Høide, hvor tung Luften

Luften er over samme Grund-Flade, fra den Vand-Linie af at regne, som stryger Qvegsølvet i Karret, indtil det øverste af vores Dunst-Kreds, eller Athmosphære. Men derved maa vel agtes, at siden andre Aarsager kunne formere den nederste Lufts elastiske Kraft, og Luften trykker altid med denne sidstes Kraft paa de under den liggende Ting; saa siger man rettere, at Qvegsølvets Høide i Barometret er altid lige saa stor, som den underste Lufts elastiske Kræfter i at trykke. Hvorved ydermere kan agtes, at vi da anse som intet Qvegsølvets større eller mindre Udbredelse ved Varmen.

saa meget Luftens virkelige Tyngde hele Atmosphæren opefter, som meget meer Kræfterne af Elasticiteten i det underste Lav af den, som trykker paa det i Barometret stigende Flydende.

§. 22.

Qvegsølvets Høide i Barometret findes og derfor altid foranderlig, det staaer snart høiere, snart lavere, eftersom enten Luften selv er tungere til, eller den nederste Lufts elastiske Kræfter ere større til. Man regner sædvanlig, at Barometrets mindste Høide er 27 Rhinske Tommer, og den største 30, forstaae; naar Foden deles i 12 Tommer. Folgelig kan, naar Luften er let, Vandets Høide sættes 30 Fod, naar den er tung, 32 Rhinske Fod.

Qvegsølvet i Barometret stiger og falder.

Da denne Forskiel i Høiden kommer enten af Luftens Tyngde eller Trykning, paa hvad Maade denne sidste endog foraarsages; saa sees deraf, at Luftens mindste Trykning er til den største omtrent som 9 : 10, saa den tungeste Lufts Trykning er om $\frac{1}{10}$ større at regne, end den letteste.

§. 23.

Luft-Pumpen beskrives.

Vi ville her ikke opholde os længere ved at tale om alle de Aarsager, som kunne befordre Luftens adskillige Trykning paa Barometret, for at tale om et andet høist-betydeligt Instrument, hvorved alle Luftens Egenskaber bevises. Dette Instrument er Luft-Pumpen.

Jeg vil i disse Forelæsninger beskrive den simpleste af de, som vi have her ved Akademiet, og ikke uden ganske kortelig tale om de andre, da dette henhører til de physiske Forelæsninger.

§. 24.

Denne Art af Luft Pumpe, som man sædvanlig kalder den simple, sees Taf. I. Fig. 6. No. 1. og i Igiennemsnittet udi No. 2. Den bestaaer af en huul Messing Cylinder AB, som maa vare støbt med stor Fliid, at Luften ingensteds kan trenge sig ind paa Siderne. CD er ligeledes et mindre huult Rør, overalt frit for Luft-Huller, loddet fast til Røret AB udi C, og til en Messing Tallerken udi D, der ligeledes overalt er frie for Luft-Huller. Røret DC kan man kalde Halsen af Luft-Pumpen. I G er udi Tallerkenen et Hull lige over Midten af Røret DC.

FE er (No. 1.) en Hane, som kan dreies om i E (No. 2.). Den sees i større Tegning udi Fig. 7. Den er igiennemboret først over Midten udi *a*; Vender den ene Ende af denne Kanal imod Hullet G udi Tallerkenen, saa vender den anden ned imod det Hule udi Røret AB. Luften kan udi denne Stilning gaae fra G ned igiennem *a* i Cylindren AB, og fra den igien op efter til G.

I Ha-

I Hanen FE er desuden efter en anden Kant den Aabning *cd*, hvorved den ydere Luft kan flyde ind snart i den store Cylinder AB, om Hullet *c* vender ned ad imod den, snart ind i Roret ED og op efter G, om Hullet *c* vender op ad.

K er Stemplen, eller en Cylinder af Messing, overtrokken med vel indsmurt Læder, hvis begge Sider oo slutte meget nøie med Cylindrens Sider *m* og *n*, saa ingen Luft kan flyde ind ved Siderne *n* og *m*. KL er en lang Stang, med en Bøile udi M. Man sætter Foden ind udi L, trykker med den Stangen op og ned, saa Cylindren K kan bevæge sig op og ned efter fra A til B.

§. 25.

Dette forudsat, forstaaes alle de Forseg, som med Luft Pumpen gieres, overmaade let. Man kan, for Ex. forestille sig et Glas, eller (som man af Figuren kalder dette Slags hvelvede Cylindrer) en Klokke, H, lukt oven til, og sat paa Tallerkenen over G, men under Klokken et Stykke fugtigt Læder. Trykkes Glas-Klokken nogenlunde fast ned til Læret, og Cylindren K, som vi antage forud, at have været lestet op til A, trekkes ned fra A til B, da driver den al Luften i Roret AB for sig, saa at, naar den stoder an paa B, i Cylindren AB bliver et Luft-frie Rum. Vrier man derpaa Hanen FE om, saa at Aabningen *a* vender lige imod G og K, da seger Luften under Glas-Kuglen H strax at brede sig ud ved sin Elasticite, og at flyde ned i Cylindren AB, fordi intet staaer den imod. Thi i AB er ingen Luft, som kan holde Ligevegt imod Luften udi den halve Hals af Luft-Pumpen, og under Glas Klokken H.

Imidlertid at Hanen saaledes staaer, steder Hullet *c* an paa det faste Messing i Roret CD, saa ingen Luft kan flyde ind fra *d* af hverken i Cylindren AB, eller i Roret CD, følgelig heller ikke ind under Glas Klokken H.

Den Luft derfor, som før alene fyldte Glas-Klokken H, fylder nu baade dette Rum og Cylindren AB. Følgelig er det klart, at den er blevet tyndere i Forhold af Rummets Størrelse, hvori den før var, og nu er. Thi det følger af sig selv, at Luften, i at brede sig ud, maa overalt sætte sig i samme Tykkelse, thi om man antager, at den et Sted var tykkere end paa det andet, da havde den paa det første større Kræfter til at brede sig ud, saa Ligevegt imellem Delene ei kunde være, altsaa for at denne Ligevegt kan have Sted, maa Tykkelsen nødvendig overalt være den samme, og følgelig Luften under Klokken fortyndes paa før sagte Maade.

Man kan herved videre agte, at endskiønt Luften, efter det forhen sagte §. 18. o. f., er tung, og denne Tyngde unegtelig giør noget til at Luften under Klokken falder ned i Roret, saa behøves dog ikke her at tage denne Tyngde i Betragtning; fordi, om Luften ei var tung, men alene elastisk, maatte endnu den selvsamme Fortyndelse have Sted; saa man deraf seer, at det altid i Luft-Pumperne kommer paa et ud, hvad heller Roret staaer vertikal, som her, eller om det ligger horizontal, som i andre.

§. 26.

Vrier man Hanen om, saa Aabningen *c* kommer til at vende ned imod Hulheden af Roret AB; Aabningen efter *a* slutter og støder da an paa det faste Messing udi Roret DC, derved

saaer

faaer den ydere Luft Leilighed til at flyde ind i Cylindren AB, uden at kunde tillige flyde op under Klokken. Lader man Hanen saaledes staae, og trykker derpaa LK op til A, drives derved i *d* Luften igien ud af Roret BA; holdes da LK fast i A, imedens at Hanen FE vries om i den §. 25 nylig omtalte Stilning, men LK trekkes derpaa ned; saa fortyndes den allerede fortyndede Luft under H paa nye. Man kan saaledes fare bestandig fort med at vrie Hanen frem og tilbage, bevæge LK op og ned paa behørig Maade, for idelig meer og meer at fortynde Luften under Klokken H.

§. 27.

Alt som Luften under Klokken taber i Tykkelse, taber den i Elasticitet og Kræfter, §. 14, saa det er derfor ikke at undre, at saasnart som man haver med et Par Slag af LK fortyndet Luften under Klokken H, man da finder en meget anseelig Vanskelighed i at trekke Klokken fra Tallerkenen, i sær om den er af liden Høide og stor Diameter, og Roret i Pumpen meget stort. At løfte Glas-Klokken og at løfte en mægtig stor Byrde, kommer ud paa et. Efter at en Deel Slag ere blevne giorte med LR, er det umueligt at løfte en maadelig stor Klokke op fra Tallerknen, endog for den allerstærkeste Person.

Aarsagen dertil seer man meget let af det forhen sagte. Var Luften reent udpumpet, da siden den ydere Luft trykker uden til paa Pumpen, imidlertid at ingen Luft indvendig er, som kan trykke Klokken op efter, lige saa stærk som den ydere Luft trykker den ned efter; saa maa den, der vil løfte Klokken, have lige saa meget at løfte, som Vegten beløber af en Cylinder Vand, 31 til 32 Fod

hei, og af samme Grund-Flade som Klokken. Eller, hvilket er det samme, ligesaa meget, som Vegten beløber af en Cylinder Qvegsølv, hvis Høide er Barometrets Høide paa den Tid, Forsøget gjøres, og hvis Grund-Flade er Klokkens største Cirkel. Da dette beløber sig, saasnart Klokken haver en nok saa maadelig Størrelse til en ansеelig Tyngde; til en Tyngde, som overgaaer det stærkeste Menneskes Kræfter, saa er det ei at undre, at Klokken ei kan løftes fra Tallerkenen, eller at den ydere Lufts Trykning ei kan overvindes.

Er, for Exempel, Diametern af Klokken en halv Fod, da bliver dens Grund-Flade, multiplicert med en Høide af 32 Fod $= \frac{678}{100}$ Kubik Fod. Og naar en Kubik-Fod Vand regnes til 70 Pund, beløber Luftens hele Tyngde, som trykker paa Klokken, sig omtrent til 440 Pund. Hvilket er meget meer, end hvad et Menneske er i Stand til at løfte, uagtet at Halv-Diametern af Klokken er her meget liden, ikke større nemlig end et Quarteer.

§. 28.

Vrier man Hanen saaledes om, at Hullet *c* vender imod Glasset H., da ligger Aabningen *a* igien paa begge Sider an imod det faste Metal, saa Luften kan fra *d* af igiennem *c* flyde ind under Klokken H. Paa denne Maade kan man da altid igien lade Luften ind. Er det blevet giort, da, saasnart Luften under Klokken er bleven af samme Tykkelse, følgelig og af samme Kræfter, som den ydere Luft, er der ingen Vanskelighed i at tage Klokken fra Tallerkenen, fordi Luften under Klokken trykker da ligesaa stærk op efter, som den ydere Luft ned efter.

Deraf

Deraf sees i alle Forsøg, at Luften trykker altid ligesaa stærk ved sin blotte Elasticitet, som ved sin Tyngde; fordi den indslutte de Luft ei kan trykke uden ved sin Elasticitet, da den ydere derimod trykker ved sin Tyngde. I Almindelighed er det en nødvendig Følge af Elasticiteten, at Luftens elastiske Kræfter maa være de, hvormed den trykkes, proportionerte. Thi saa stærk, som de elastiske Ting trykkes, saa stærk trykke de igien.

Erfaring og Bevis stemme overens i, at Luftens elastiske Kræfter ere de Kræfter proportionerte, hvormed den trykkes.

§. 29.

Den første, som bekymrede sig om at giøre en Art af Luft-Pumpe, var den berømte Magdeburgiske Borgemester Otto Gverike. Den var i høi Grad ufuldkommen, men dog et Mester-Stykke i sin Tid. De store Opdagelser gaae gierne gradviis fort. Vi ville her ei opholde os ved at beskrive den, men alene sige, at den var fuldkommen nok til at udpumpe to Halv-Kugler, som man endnu kalder de Magdeburgiske Halv-Kugler, og vi her ville foreviise i Smaat (*).

De Magdeburgiske Halv-Kugler foreviises i Smaat.

A og B ere (Fig. 8.) to Halv-Kugler, hule indvendig. Den enes Rand passer fuldkommen vel over den anden. Man smør dem ind over en Kul Ild med lidet Tælle eller let flydende Vox, og trykker dem vel sammen. I C forestilles et huult Rør med en Skrue i Enden, hvorved Halv-Kuglerne sættes paa Tallerkenen af Luft-Pumpen, efterat i G (Fig. I. No. 2.) forud er sat en Skrue, som maa vel forsynes neden under ved Tallerkenen med et fugtigt og med Olie igiennemtrukket Læder, at Luften ei skal kunde flyde ind i Pumpen og Kuglen neden omkring G.

Strax

(*) Se videre *Experim. nov. Magdeburg. de vacuo Spatio.*

Strax under Skruen C sidder en Hane, igiennemboret med et Hul, som den føromtalte *a* udi Luft Pumpens Hane; Vries den om, saa Kuglen er aaben ned imod Halsen og Roret af Luft-Pumpen, da kan Luften paa forhen anførte Maade pumpes ud af Kuglen. Saafremt derimod, efter at Luften er pumpet ud, Hanen vries om, kan ingen Luft komme ind i den. Hvorved dog atter igien er at agte, at Hanen maa være vel forsynet med Lær.

Skrues Kuglen af, efter at Hanen er dreiet om, paa den nylig sagte Maade; da om man lader to Personer trekke i de Hanker og Ringe, som Kuglerne ere forsynede med udi E og F, da kunne de ei rykke dem fra hinanden, fordi Luften trykker Halv-Kuglerne imod hverandre med en Kraft, saa stor som Tyngden af Vandet i en Cylinder, hvis Grund-Flade er Kuglens største Cirkel, og hvis Heide er 64 Fod.

Er derfor Diametern af Kuglen en halv Fod, trykkes de af Luften imod hverandre med en Kraft af 880 Pund, som overgaaer langt to Personers Styrke.

Det Forseg, som vi her giøre i Smaat, giorde den berømte Øverike i Stort paa Rigs-Dagen til Regensborg, Aar 1654, i Overværelse af Keiseren og endeel Prinzer i Riget. Diametern i hans Halv-Kugler var omtrent en Magdeborgsk Alen, og Luftens Trykning derfor saa stor, at de ikke med 24 Heste, som bleve spendt for dem ved Linier hestede i Ringe paa den forklarte Maade, kunde trekkes fra hverandre.

Saasnart man vrier Hanen om, saa Luften kan gaae ind, skilles Halv-Kuglerne med meget ringe Kræfter fra hverandre. Der er da intet, som holder dem sammen, uden alene den Kraft, hvormed

de

de ved Fet eller Vox henge sammen. Man seer deraf sinnfynlig, at det er Luften, som trykker dem sammen.

Vil man desangaaende endnu meer forsikre sig, behøves alene at henge dem under en Klokke paa Luft Pumpen med en lidet større Tyngde neden under end den, der behøves til at overvinde Voxets sammenhengende Kraft, hvormed de ere blevne smurte. Pumpes derpaa Luften udaf Klokken, da falde Halv-Kuglerne fra hverandre, uden at henge sammen.

§. 30.

Luftens Trykning paa Siden bevises ved Forsøg.

Alt det hidtil sagte beviser udførlig, at Luften trykker med samme Kræfter under og over sig. Af Forseget §. 20 sees det samme i Henseende til Trykningen paa Siden. Man beviser paa følgende Maade ved et endnu klarere Forsøg, at denne sidste er ligesaa stor, som den vertikale Trykning ned efter. A er (Taf. II. Fig. 3.) en Butelie med eng Hals udi B, igiennem hvilken gaaer et Glas-Rør D, hvilket udi B stikker ind i en Kork, og gaaer ned i Glasset. Halsen B er desuden overalt saa vel forsynet, at Luften ikke kan trenge ind. I C er et Hul drilet ind i Butelien.

Fyldes denne Butelie aldeles med Vand, og Hullet C lukkes. Fyldes ligeledes Røret D med Vand; da om Trykningen af Luften er lige stor udi D og C, maa Trykningen paa Vandet i Butelien, som kommer af Vandet D være om Vandets Høide udi Røret D større end Trykningen udi C. Følgelig bør, naar Hullet udi C aabnes, saa meget Vand løbe ud, som Høiden er af Vandet i Røret D over Hullet. Men dette skeer og virkelig. Igiennem C løber Vandet ud, indtil det i Røret ikke er høiere end *ab*; hvoraf tydelig sees,

at Luftens Trykning paa Siden er den samme, som den vertikale Trykning ned efter.

Tredie Forelæsning.

Fortsættelse af det forrige.

§. 31.

Luftens Trykning og Elasticitet beviſes ved et sienſynligt Experiment.

Da de vigtige Sandheder aldrig kunne for got beviſes, saa ville vi begynde denne Forelæsning med et Beviis, hvilket sienſynlig viſer, at Luften pumpes ud ved Luft-Pumpen. AB er (Taf. I. Fig. 9.) et glat Rør med en Kugle paa Enden. Det er tildeels fyldt med Vand, oven i A er Luft. Dette Rør saaledes fyldt, staaer i et andet Kar CD, ligeledes til stor Deel fyldt med Vand. Røret med Glaſſet sættes i den Stilling, som Figuren viſer, under Luft-Pumpen.

Saasnart Luften begynder at fortyndes ved Pumpningen under Klokken, breder Luften i A sig ud, alt som Luften under Klokken fortyndes meer og meer, skyder den Vandet for sig ned igiennem AB. Endelig gaaer den selv efter, og bevæger sig fra B igiennem Vandet udi C paa en sienſynlig Maade.

Dette Forseg beviſer ligeledes Luftens elaſtiſke Kraft, og man seer det i samme endnu paa en anden Maade. Den i Vandet indſluttede Luft begynder, saasnart som Luften fortyndes under Klokken, at viſe sig i Bubler. Diſſe blive alt sterre og større, eftersom de finde mindre og mindre Modſtand til i Luften under Klokken.

§. 32.

§. 32.

Eftertænker man dette Forsøg endnu noiere, da seer man let, at Luftens Kraft til at brede sig ud, er overmaade stor; thi om end Glassets BCA Indhold er nogle tusende gange større, end Luft-Kuglens øverst i A, den nemlig, som denne havde, for Luften under Klokken begyndte at fortyndes; breder den sig desuagtet ikke desto mindre ud over det hele Rum af Kuglen, og driver Vandet foran for sig. Man finder paa denne Maade, at en Luft, som vores, kan brede sig ud over et Rum, 4000 Gange større end det naturlige. Men det er rimeligt, at dens Kraft til at brede sig ud, maa endnu gaae meget videre.

Luften kan ved sin Elasticitet brede sig ud over meget store Rum.

§. 33.

Da dette skeer ligefuldt, om end Vandet i Glasset CD haver en anseelig Høide over B, og følgelig stager imod med en Tyngde, proportionert denne Høide, saa sees deraf tillige, at Luftens Kræfter ved Elasticiteten maa være overmaade anseelige imod de, som den haver ved Tyngden. Tyngden af en Luft-Buble, saa stor som en Ert, er overmaade liden, og, saa at sige, intet. Dens Kræfter af Elasticiteten derimod, endog efter at denne Buble haver bredet sig overmaade ud over det indre Rum i Kuglen A og dens Rør, ere endnu tilstrækkelige nok til at drive Vandet udaf Røret, uagtet dets Modstand i Glasset.

§. 34.

Luftens Udbredelse ved Elasticiteten vises ved et andet Forsøg.

De, som paa en Maade, der meer falder i Sandserne, end de forrige Beviis, ville overbevise sig om Luftens Elasticite, finde uden Tvivl, hvad de ønske, i følgende Forsøg. BA er (Fig. 14.) en Blære, ophengt ved en Krog, som er kittet fast til Bunden i en Glas-Klokke, i hvilken ikke uden meget lidet Luft er indsluttet. At denne Luft ei skal kunde af den flyde ud, er dens Hals bunden vel til udi A. Pumper man derpaa Luften ud, som sædvanlig, under Klokken, ved Hielp af Luft-Pumpen, da puster Blæren sig alt meer og meer op. Jo meer Luft man haver ladet blive i Blæren, desto hastigere og stærkere puster den sig op. Saa man seer eensynlig, at Virkningen kommer af Luften. Legger man Blæren paa Tallerkenen, og en anseelig Tyngde paa den; da løftes samme, tilligemed den øverste Deel af Blæren, af den i denne indsluttede Luft.

§. 35.

Hvad Forhold at Luftens Tyngde haver til Vandets Tyngde undersøges.

Jeg sagde, at Luftens Tyngde i dens smaa og mindre Dele ikke var uden overmaade liden imod dens elastiske Kræfter, hvilke altid ere som den hele Atmosphæres Tyngde over samme Grund-Flade, eller de Kræfter proportionert, som enten trykke Luften, eller forstørre dens Elasticitet. Dette giver mig videre Anledning til at forevise et stort Hoved-Forsøg, som ei alene paa en overbevisende Maade forsikrer os, at Luften er tung, men giver os og videre Anledning til at undersøge Luftens specifike Tyngde, hvilken ikke kan findes paa de Maader, vi for have betient os af i Hydrostatik, ved at veie faste Ting i flydende.

Vi

Vi ville først giøre det Forsøg, som viser Luftens Tyngde simpel hen. A er (Taf. I. Fig. 2.) en stor Glas-Kugle, til hvilken er kittet fast et Rør med en Skrue C i Enden, og ellers saaledes beskaffen, som vi før have forklart dette Instrument udi §. 9. Denne hule Skrue i C skrues over en anden, der er festet i Hullet G (Fig. 6. No. 2.) paa Luft-Pumpens Tallerken. At Luften ei skal trenge ind igiennem Skrue-Giængerne, forsyner man disse sidste med lidet Vox, og Skruen i Luft-Pumpen ved G med en underlagt af Olie og Vand vel igiennemtrokken Læder-Ring.

Dette giort, pumper man Luften først ud af Kuglen. Naar den er reent ude, veier man den. Derpaa lader man Luften igien ind i Kuglen, og veier den paa nye. Da man strax seer, at i sidste Tilfælde behoves større Vegt, end i den første, fordi Vegt-Skaalen med Klokken da slaaer ned. Følgelig, at Luften er tung.

§. 36.

Da saaledes Forskiellen imellem Kuglens Vegt er bekiendt i begge Tilfælde, baade nemlig naar den er tom, og naar den er fuld af Luft, saa behoves alene for deraf igien at kiende Luftens Tyngde, 1) at have en overmaade skarp Vegt; 2) at veie Kuglen i begge Tilfælde af med stor Fliid; 3) at bruge til dette Forsøg store Kugler, for desto mindre at bedrage sig. 4) Meget noie at kunne udregne Kuglens geometriske Indhold, hvilket best skeer ved at fylde den med Vand, som maales forud paa det noieste, i det at det oses i Kuglen.

Middel-Forholden kan sættes at være den af 1: 800.

Man haver paa denne Maade fundet, at en Kubik-Tomme Luft, saa tyk nemlig, som Luften sædvanlig pleier at være, neden ved Jorden veier omtrent et halvt Gran, og at derfor vor Lufts Forhold til Vandet er noget nesten den af 1 : 846. Eller da disse Forsog langt fra ikke kunne giores paa det allernoieste, kan man sætte den tykke Lufts Forhold i Tyngde her hos os til Vandet = 1 : 850, naar Forsoget giver den af 1 : 846. Men da Luften bestandig forandrer sig, og er snart tykkere, snart tyndere, saa ere alle disse Forsog saa foranderlige, at andre paastaae, den storste Luftens Forhold til Vandet at være = 1 : 600, og den mindste den af 1 : 1000, imellem hvilke to Forhold alle ovrige falde.

§. 37.

Luften pumpes aldrig aldeles ud af Karrene ved Luft-Pumpen, saa det ledige Rum, hvilket ved Pumpningen saaes, er ikke saa fuldkomment, som det i Barometret.

Man maa ellers agte, at Luften lader sig ikke fuldkommen udpumpe ved Luft-Pumpen, den fortyndes alene idelig meer og meer, skiont det er vist, at hvad der efter en Mængde Slag bliver i det Kar, der udpumpes, tilbage, bliver saa ubetydeligt lidet, at det ei er værdt at regne paa. Men man kan i Brugen virkelig ansee det for det samme, som om Karret var reent udtommet.

Vi skulle derom handle udforligere siden, i denne Time ville vi alene giore det allerede sagte forstaaeligt ved et simpelt Exempel. Saafremt at Karret og Roret i Pumpen, Halsens Storrelse iberegnet, udi begge vare lige store, da er det klart, at ved det forste Slag flod den halve Deel af

Luften

Luften under Karret ned i Pumpe-Roret, og blev udpumpet. Ved det andet Slag Halv-Delen af det Halve igien, og alene Fierde-Delen blev tilbage. Saa man seer, at til Slag, hvis Antal ere: 1. 2. 3. 4. 5. 6. 7. 8. 9. bliver tilbage af Luften: $\frac{1}{2}$. $\frac{1}{4}$. $\frac{1}{8}$. $\frac{1}{16}$. $\frac{1}{32}$. $\frac{1}{64}$. $\frac{1}{128}$. $\frac{1}{256}$. $\frac{1}{512}$ o. s. v. saa at Luften derfor aldrig tommes fuldkommen ud, men noget af den bliver altid tilbage under Klokken.

Dette er Aarsagen, hvorfor man siger, at det Luftfrie Rum, som faaes ved Luft-Pumpen, aldrig er ganske fuldkommen, da derimod det Toricellianiske, eller det i Barometret, er ganske fuldkommen.

At dette sidste er uden al Luft, erfarer man deels ved at eftersee om Barometret, naar Qvegsølvet er reent, som det bør være, aldeles intet Lys giver, naar det sidste bevæges op og ned i Glas-Roret, thi er lidet Luft i Roret, lyser det strax. Deels ved at lade det stode an, naar det legges sagte paa Siden imod det overste af Roret, hvor det er sammensmeltet, eller som man kalder det hermetisk Sigillert.

§. 38.

Ved Hielp af Barometret kan man sienſynlig see, hvorledes Luften under Klokken med hvert Slag fortyndes.

Vil man sienſynlig see, hvorledes ved hvert Slag af Luft-Pumpen Luften fortyndes og formindskes, da kan dertil intet bedre Middel bruges, end Barometret selv. Satte man i Luft-Pumperne Barometret i fuldkommen Sammenhæng med Luften under Klokken, saa kunde man af det, Barometret falder ved hver Slag, see, hvor meget af Luften gaaer ud, og endelig, naar den er ganske ude, af Barome-

rometrets fuldkomne Fald, at man ei behøver meer at pumpe. Det var meget bequemt, men da dette ei let kan giøres, føier man undertiden Barometret til Luft-Pumpen paa en anden Maade, om hvilken vi siden skulle kortelig tale.

Ved den Pumpe, vi her undersøge, findes ikke Barometret saaledes anlagt, vi ville derfor vise det samme paa følgende Maade. AB er (Fig. 10.) et Luft ledigt Barometer-Rør. DC et lidet Kar med Qvegsølv, hvori det staaer. Barometret og Glasset ere begge indfattede med Messing saaledes, at naar disse Indfatninger i *a* skrues i hverandre, kan ingen Luft gaae ind i BC, som er om to Trediedele fyldt med Qvegsølv, og over det igien Luft. Dette sættes paa Tallerkenen af Luft-Pumpen. Over det sættes videre et Glas F, med den høie Glas-Cylinder G. Alt forsynes paa alle Kanter saa vel, at Luften ei kan flyde ind. Luften pumpes derpaa ud, ved hver Slag stiger Qvegsølvet i Barometret. Var som i Fig. 13 AD en Flaske, i hvilken Luften ved A kunde flyde ind, men EF et ordentlig Barometer-Rør, da faldt Qvegsølvet, alt som Luften blev pumpet ud, dog falder det ei ganske til Vand-Linien, men beholder over samme altid en meget liden Høide, i hvor længe man end pumper.

Da Luftens Elasticitet altid holder Ligevegt med Qvegsølvets Høide udi Barometret, saa seer man ved hvert Slag, hvorledes Kræfterne af Luften tage af, thi de ere som Qvegsølvets Høide i Barometret.

§. 39.

§. 39.

Hvorledes ved Barometret en Luft-Pumpes Godhed kan undersøges.

Man kan paa begge Maader altid forsøge, om en Luft-Pumpe holder Luft, som den bør, eller ikke. Thi holder den ei Luft, som den bør, da enten falder i sidste Tilfælde ikke Qvegsolvet i Barometret saa dybt, som det skulde; eller om det end efter Diesynet falder, begynder det dog strax igien i Barometret at stige, saasnart som man holder op at pumpe. Thi den nye Luft, som flyder ind, trykker da alt stærkere og stærkere paa Qvegsolvet i Karret BC, og gior derved at Barometret idelig stiger. I første Tilfælde er det tvertimod.

§. 40.

Maade at bruge smaa Barometrer under Luft-Pumperne, i Steden for de lange, og hvorledes disse sidste pleier at anlegges ved Luft-Pumperne.

Da Barometrerne let komme til Skade i de Pumper, ved hvilke de ere anlagte, og i de, som ingen have foiede til sig, den nylig omtalte Maade deels er for besværlig, deels gaaer ikke an ved alle Forsog, saa haver man i den Sted heller villet tage det Partie, at betiene sig af de saa kaldte Prove-Barometrer med vel inddeelt Scala, som vi her bestandig ved alle vore Forsog bruge. De ere korte, og alene 6 à 8 Tommer lange; kunne passe til alle Klokker og alle Forsog. De første Grader i Luftens Fortyndelse er det af ingen Betydenhed at vide. Folgelig tiener de i alle Henseender ligesaavel, som de foromtalte, og give mindre Bryderie.

I andre Luft-Pumper foies et Rør til Pumpen, aaben i begge Ender, som staaer med den ene Ende i et Kar med Qvegsolv, i den anden derimod henger det sammen med Taller-

kenen af Luft-Pumpen ved Hielp af et Rør, hvis Aabning gaaer op under det Kar, som udpumpes. Folgelig fortyndes Luften i dette Rør ligesaa stærk, som under Glasset eller Karret. Den ydere Luft vinder derved Kræfter, og driver Qvegsolvet op i Røret, saa man af den Høide, det stiger til, altid kan see, hvor meget Luft er udpumpet. Nemlig

1) Den Deel Luft, som ved et hvert Slag pumpes ud, er altid proportionert den Høide, Qvegsolvet stiger meer til under Slaget.

2) Den hele Mængde Luft, som er blevet udpumpet, er proportionert den hele Høide, hvortil Qvegsolvet stiger i Røret.

3) Den Deel Luft, som er tilbage, er proportionert Forskiellen imellem Barometrets Høide til den Tid, Forsøget gieres, og Qvegsoloets hele Høide i et Luft-frie Barometer.

4) Luften er plat udpumpet, naar Høiden af Qvegsolvet i Røret bliver den samme, som Barometrets Høide paa den Tid, eller meget lidet adskillig fra samme.

§. 41.

Kort Idée af den Engelske Luft-Pumpe med Ventil og dobbelt Cylinder.

I see, Høistærede Tilhørere! her to andre Slags af sammensatte Luft-Pumper, som nu lettere forstaaes. Den ene er den Engelske med Klapper, eller Ventiler, som vel lader Luften gaae efter en Vei hen, men ikke tilbage. Man vinder ved disse Luft-Pumper meget i Tiden, hvilken ei tabes ved at dreie Hanen, som i den forrige frem og tilbage. Derimod ere de smalle Rør brekkelige og lide let Skade (*).

Den

(*) Ventilerne ere ellers det, man mest kan sætte ud paa i disse Luft-Pumper. Under de store Udrommelser af Luft er den indvendige saa svag, at den ei kan løfte dem, skiønt de gieres af Blærer, hvorimod de let kunde brekkes af

Den er med dobbelt Cylinder, og dette sidste er noget prægtigt. I den forrige var det et stort Arbeid at bevæge Pompe-Stangen med Loberen op og ned. Den ydere Luft staaer med sin hele Trykning imod, saasnart som Luften er meget fortyndet under Klokken. I denne derimod drives den ene Pompe Stok af Luften ligesaa stærk op, som den anden drives ned, saa den derfor, som I selv see, bevæges uden Meie.

§. 42.

Ligeledes af den Nolletske.

Den dobbelte Nolletske, som I her see, haver unegtelig alle Fordele af en Luft-Pumpe samlede. Den er med dobbelt Cylinder, Pompe-Stokkene drive selv Hanen frem og tilbage. Den haver derfor alle de samme Fordele, som den Engelske, men denne meer, at den er ikke nær saa brekkelig.

Vidtloftigere Beskrivning af disse sidste prægtige Instrumenter ville vi spare til vore physiske Forelæsninger, da vi her alene see paa det, som behoves til at forstaae Luftens Egenskaber, for deraf videre at giore geometriske Slutninger. Deres særlige Indretning kan man gierne undvære at vide, og dog ligefuldt forstaae alle Forsogene ved Luft-Pumpen af det allerede sagte, saavelsom den hele didhen horende Theorie (*).

Fierde

af den ydere Luftes Trykning. Dog ere Smeathons Forbedringer betydelige. Philos. Transact. No. 47. Art. 69.

(*) Man kan see desangaaende *Experiences Physico-Mecaniques de Mr. Haukbee par Desmareſt Tom. I. Inſtruct. Preliminaire.* Denne Machine og alle andre, endog med de letteste Ventiler, have den Vanskelighed, at Luften ei ret kan bevæge Ventilerne, naar den begynder at blive meget svag. Luft-Pumper med Haner ere derfor de beste, i sær den Nolletske, hvis Beskrivning kan sees i *Memoires de l'Acad. des Sciences. Année* 1740. *ſeconde Memoire ſur les Inſtruments propres aux Experiences de l'air.*

Fierde Forelæsning.

Om den sammentrykte og ved Varmen fortyndede Luft.

§. 43.

En Maade vises, ved Forsøg at erfare, at de Rum, udi hvilke Luften lader sig sammentrykke, ere de sammentrykkende Kræfter forkeert-vilis proportionerte.

For vi gaae til de noie geometriske Bestemmelser af Luftens Virkninger, giøre vi endnu vel i at opholde os noget ved en og anden af dens Egenskaber, som vi hidindtil ikke have nok forklart. Vi have da i det foregaaende iagttaget, at alle elastiske flydende Ting lade sig sammentrykke af deres Tyngde, saa de derfor i de underste Lav blive altid tykkere, end i de ovenover liggende. Men de kunne lade sig sammentrykke efter adskillige Love, og man kan deri til stor Deel finde deres virkelige Forskiel, eller som man kalder det, deres specifike Adskillighed. Hvad Luften angaaer, da er den et elastisk flydende Legeme, som lader sig sammentrykke, noget nesten i Forhold af de trykkende Tyngder, af en dobbelt Tyngde dobbelt, af en tredobbelt tredobbelt o. s. v. Hvoraf atter igien folger, at de Rum, den ved Sammentrykningen Tid efter anden indtager, bliver i forkeert Forhold af de trykkende Tyngder.

For

For derom at overbeviſes, behøver man følgende Erfaring.

EFGH er et bøiet Rør, hvori den ene Ende EF er meget lang, den anden GH ikke uden af maadelig Længde. HI er en Dekkel, kittet faſt til Armen HG udi Enden. I Deklen er en Skrue udi o, ſom vel forſynes, naar den ſkrues paa, ſaa ingen Luft ſiden kan komme ind i, eller gaae ud af Røret. Røret HG er overalt lige vidt, hvilket i dette Forſøg er en Sag af Vigtighed. Man fylder Røret med Qvegſølv efter den Høide F*ad*G, eller til en noget større. Imidlertid at dette ſkeer, tages Skruen af, ſaa Luften i Røret ei ſkal ſammentrykkes af dette Qvegſølv. Derpaa ſkrues den paa og Høiden H*d* maales. I dette Rum H*d* er da Luften ſammentrykt af en Cylinder Qvegſølv, ſaa høi, ſom til den Tid, da Experimentet gjøres, Atmosphærens Høide er. Kommer man ſiden Qvegſølv i Røret EF 1) til den Høide K, og ſamme ſtiger derpaa i det mindre Rør til Q. 2) til M, og ſamme ſtiger i det mindre Rør til N. Da, om Barometrets Høide kaldes H, ere IC, IL, IN de Rum, i hvilke Luften er ſammentrykt af Tyngder, der forholde ſig ſom H, H + *l*K, H + M*n*, men IC. I*l*. IN findes altid at være forkeert, ſom H, H + *l*K, H + M*n*. Følgelig lader Luften ſig ſammentrykke i Rum, hvilke ere de ſammentrykkende Tyngder forkeert-viis proportionerte (*).

(*) Herved er dog at agte, at Forſøgene over de Kræfter, ſom ſammentrykke Luften, ſtemme ikke nøie de ene med de andre, hvortil i Særdeleshed de adſkillige Grader af Varme og Kuld i den udi I*d* indſluttede Luft ſynes at være Aarſag. See Sulſers *Memoires Acad. des Sciences de Berlin*

Saaledes, om IC er 12 Tommer, Barometrets Høide 28, da om $aK = 18'$, findes IQ, 8, og $lK = 14$, men $8 : 12 = 28 : 42$. Er Ma, $34'$, findes $IN = 6$, og $Mn = 28$, altsaa er $H + Mn = 56$, men $12 : 6 = 56 : 28$ (*).

§. 44.

Deraf sluttes videre til Lovene for Luftens Udbredelse, om, alt for Resten lige, de sammentrykkende Tyngder formindskes.

Da Luften lader sig sammentrykke saa omtrent i Forhold af de trykkende Tyngder, saa er det klart, at om disse igien formindskes, maa den paa samme Maade brede sig ud, saa de Rum, den ved Tyngdens Formindskelse udbreder sig over, blive atter igien i forkeert Forhold af de trykkende Tyngder. Saaledes, om Tyngden bliver halv, bliver det Rum, som Luften udbreder sig over, dobbelt. Er Tyngden ikke uden

Tredie-

---

lin 1753. Efter Forsøgene af Laura Bassa er Adskilligheden i disse Forsøg i sær stor. See *Act. Bonon.* Tom. 2. p. 1. o. f. Hver man ligeledes seer, hvor meget det i disse Forsøg behoves, til samme Tid at anmerke saavel Barometrets, som Thermometrets Høide, af Aarsager, hvilke vi i det følgende fork are.

(*) Efter meget nøie Erfaringer synes Luften at lade sig sammentrykke i større Forhold, end de sammentrykkende Tyngder. Efter Hr. Sulsers Anmerkninger i *Memoires de l'Acad. des Sciences de Berlin*, An. 1753, naar Pressionen, som tilkiendegives ved Barometret, sættes 1, og det Rum, Luften da indtager, ligeledes 1, da svare

	1.000.		1.000.
til Pressionen	1.076.	Tykkelser	1.091.
	1.183.		1.200.
	1.303.		1.333.

o. s. v. Saa at jo tykkere Luften bliver, destomeer skulde den lade sig sammentrykke.

Trediedelen, bliver dette Rum tre gange saa stort, som for o. s. v. Vi antage her, som i §. 43, at alt er for Resten lige, og i sær, at Graden af Varmen bliver den samme.

§. 45.

Luftens elastiske Kræfter ere i sammeHypothese i forkeert Forhold af de Rum, som den samme Masse Luft indsluttes i.

Altsaa vore Luftens elastiske Kræfter i den første Tilfælde i samme Forhold, i hvilken Rummene, som den samme Masse, Luften indsluttes i, tage af, og de formindskes i den anden Tilfælde i samme Forhold, i hvilken Rummene tage til; saa man kan antage, at Luftens elastiske Kræfter ere i forkeert Forhold af de Rum, i hvilke den indsluttes. I det mindste gielder denne Regel paa det nærmeste i den her hos os værende Luft.

§. 46.

Indsluttes den samme Luft i et halvt saa stort Rum, da er Tykkelsen dobbelt; er Rummet alene Trediedelen, er Tykkelsen tredobbelt, saa Luftens Tykkelser ere i forkeert Forhold af de Rum, i hvilke den samme Masse Luft indsluttes. Folgelig ere Luftens elastiske Kræfter dens Tykkelser lige frem paa det nærmeste proportionerte. Fordi saavel Tykkelserne, som de elastiske Kræfter, begge burde være de trykkende Tyngder proportionerte.

§. 47.

Ved Hielp af Barometret kan i hvad given

Saa tidt som et Kar er udpumpet, kan man igien, ved Hielp af Barometret, lade saa meget og saa lidet Luft

gaae

Forhold, man vil, Luft i Karrene indlades, og ligeledes udpumpes.

gaae ind igien i Karret, som man vil. For Ex. er Barometrets Høide 27 Tommer til den Tid, da Forsøget giores, og man vil ei have uden Trediedelen af den Luft under Karret, som ellers i den frie Luft under samme skulde komme, da lukker man alene saa meget Luft ind, saa Barometret stiger til 9 Tommer, om Qvegsølvet loftes i Barometret af Luften under Klokken. Loftes det af den ydere Luft, maa Qvegsølvet falde om 9 Tommer. Man seer ligeledes, hvorledes en given Andeel af Luft kan udpumpes af Karrene efter Behag.

§. 48.

Luften kan sammentrykkes ved den simple Luft-Pumpe.

Man kan ved den føromtalte Luft-Pumpe trykke Luften sammen, enten i Glas, som man skruer paa Pumpen, eller i Blærer, som man binder fast neden ved dens Hals, der, hvor den skyder igiennem Hullet G (Fig. 6. No. 2.) paa Tallerkenen. I den første Tilfælde er Kuglen forsynet med en Hane, der kan vries om, som i Taf. I. Fig. 2. I den anden skrues en ligedan les Hane til Luft-Pumpen. Paa Enden af den Cylinder, udi hvilken Hanen vries om, bindes Blæren.

Staaer Hanen paa Luft-Pumpen aaben, saavel imod Glas-Kuglen eller Blæren, som imod Pumpen, og man støder Cylindren K op i Pumpen, da finder man strax at Luften staaer imod, og at den ikke uden Møie trykkes ind i Kuglen. Man lukker Hanen paa denne sidste til, vrier Hanen paa Luft-Pumpen om, saa nye Luft gaaer ind i Pumpe-Røret. Sættes derpaa denne sidste Hane igien i sin første Stilning, saa den nemlig er aaben, saavel imod

Kuglen,

Kuglen, som Pumpe-Roret; vries Hanen og om under Glasset, da kan derpaa paa nye trykkes Luften ind, o. s. v.

§. 49.

Denne Maade falder meisommeligere, end naar man ved Hielp af det egentlige Tryk-Verk presser Luften sammen. Kugler, udi hvilke Luften er sammentrykt, veie meer end de, der ere fyldte med en simpel Luft.

Men saafremt at en Kugle med sammenpresset Luft veies, da er den ulige tungere, end naar den ikke er fyldt uden med den naturlige, og endnu anseelig tungere, end en Luft-ledig Kugle, saa man paa denne Maade kan igientage det feromtalte Forsøg af Galilæo.

Ellers bestaaer Kompressions-Pumpen (*) af en Messing Cylinder A, hvis (Taf. II. Fig. 10.) begge Bund-Stykker B og C kunde skrues af, for at stikke en massiv Cylinder med Pumpe-Stang, saaledes, som for i Luft-Pumperne, ind i Cylindren. Stemplen er forsynet med et af Olie og Vand vel igiennemtrokket Læder, som i Luft-Pumpen, og gaaer trangt i Cylindren A. Fra Bund-Stykket C gaaer en Skrue, aaben i Midten. I samme udi *a* spiller en Ventil eller Klap, som vel tillader Luften at gaae ud af, men ikke paa nye at træde ind i Cylindren A. Derimod er i *b* et Hul, igiennem hvilket Luften i den kan flyde ind. Skruen passer (Fig. 11.) i en huul Skrue, som er udarbeidet i Over-Enden af Cylindren *cd*, hvilken Kompressions-Pumpen beskrives.

en

(*) Videre desangaaende kan sees hos Gravesande *Phys. Element. Mathemat.* Tom. 2. saavelsom i *Experimentis Acad. del Cimento* ved Muschenbroek. Compressions-Verket er ellers endnu en temmelig ufuldkommen Machine imod Luft- eller Dilatations-Pumpen at regne.

er igien udi *e* forsynet med en Convex-Skrue, hvilken skrues ind i en anden Concav-Skrue paa det Kar, udi hvilket man vil sammentrykke Luften. Det maa derfor være overalt meget tedt, saa i det ingen Luft kan trekke ind, og imellem Skruerne maa man overalt vel forsyne Machinen med Læder-Ringe. I *n* er en meget fiin Glas-Cylinder *no*, kittet fast i en Aabning, som gaaer igiennem Metallen af Cylindren *cd*, hvorved Luften i Glas-Røret kan communicere med den inden i Cylindren *dc*. Denne Glas-Cylinder er uden til indkittet i et Messing Futeral *fg*. Sammentrykkes derpaa Luften inden i *dc*, og i det til samme feiede Kar, da sammentrykkes med det samme Luften i *no*. Men for at kiende Graden af Sammentrykkelsen, haver man i Enden af Cylindren ved *n* ladet i den lidet Qvegsølv lobe ind, hvilket skyder sig alt meer og meer hen efter *no*, som Luften meer og meer sammentrykkes til. Graderne af Sammentrykkelsen legges let ind paa Messing-Futeralet, af det Princip, at de Rum, udi hvilke Luften lader sig sammentrykke, ere i forkeert Forhold af de trykkende Kræfter §. 43. Saa at derfor, naar disse sidste ere to Atmosphærer, indtager Luften i Cylindren det halve forrige Rum. Ere de tre Atmosphærer, da tredobbelt, og saa videre.

§. 50.

Varmens Virkning paa Luften forklares ved Forsøg.

Luftens afvexlende Tyngde er ikke den eneste Aarsag i, at den snart er af større, snart af mindre Elasticitet og Kræfter, den forandres og i alle disse Henseende overmaade af Kuld og Varme. Varmen nemlig fortynder Luften, og gior at den søger at brede sig ud med anseelige Kræfter.

Ved

Ved Kulden trekker den sig derimod sammen, og bliver under samme Tykkelse af svagere Kræfter. Luften haver dette tildeels tilfelles ei alene med alle de andre flydende Materier, men endog med de faste, som ved Varmen brede sig ud, og trekke sig igien sammen ved Kulden.

Varmens og Kuldens Virkninger paa Luften erfarer man, som for sagt, overmaade let; naar i Blærer Luft indsluttes i maadelig Mængde, og man siden holder dem over en Kul-Ild, da de strax pustes op af den i dem indsluttede Kraft, jo længere jo meer, saa længe nemlig, Luften vil tage imod Varmen. Blæren kan selv tilsidst springe, skiont Blærerne ere i sig overmaade stærke. Saasnart Blæren igien tages fra Ilden, da alt som den kiolnes meer og meer, taber Luften sine Kræfter igien, og Blæren falder sammen.

Man seer deraf, at i alle de Tilfælde, hvor Virkningerne beroe paa Luftens Trykning, kommer det tillige an paa at bestemme dens Grad af Varme og Kulde, thi den varmere gior, alt for Resten lige, ulige stærkere Virkning, end den koldere. Og da Luften tager Varmen meget hastig til sig, saa ere og de Forandringer, som af den kommer, meget plutslige, hvormed under Forsogene altid maa holdes et agtsom Øie.

§. 51.

Hvorfor Vandet stiger i visse Rør.

Man kan ved andre lette Forsog ligeledes let overbevise sig om de Kræfter, som Luften ved Varmen vinder. CAB er (Taf. 1. Fig. 12.) et smalt Glas-Rør, med en

Kugle i Enden. Roret er omtrent 2 Alen lang. Kuglen C holdes over en Kul-Ild, saa Luften i den meget fortyndes. Derpaa kommes Enden A af Roret strax i farvet Vand, saa stiger dette sidste op i Kuglen, og fylder den til største Deel.

Aarsagen, hvorfor Vandet stiger, er let at see. Da Luften i Kuglen C er fortyndet, kan den ikke, efter at den ved Varmen er bleven jaget ud, og derpaa idelig kiølnes, meer staae den ydere Luft saaledes imod, som før. Tvertimod, denne sidste søger idelig at flyde ind igiennem BA op i Kuglen C, for at trenge ind i den i denne sidste værende Luft, der er meget tyndere, end den ydere og naturlige; og det saa længe, til Tykkelsen af Luften i C er blevet den samme, som Tykkelsen af den ydere Luft.

Men den ydere Luft kan ikke brekke ind i Kuglen C, med mindre at den skal jage Vandet i Karret B for sig. Følgelig maa dette trykkes foran op i Roret; om nemlig dette sidste var frie for Luft, da til 16 Alen Høides omtrent. Følgelig trykkes Vandet let de to Alen op i Veiret, som dette Rør er langt, skiønt Luften ei er uden lidet fortyndet i Kuglen og Roret. I Almindelighed fyldes Kuglen saa længe med Vand, indtil at de elastiske Kræfter af den i Kuglen indsluttede Luft, tilligemed Vandets Høide, kunde holde den ydere Lufts Trykning Ligevegt.

§. 52.

§. 52.

Vil man ved Forsøg bestemme, hvor store de Kræfter ere, som Luften ved Varmen vinder, da kan det skee paa følgende Maade. FE er (Taf. I. Fig. 13.) et smalt Glas-Rør; det stikkes i et overalt vel forsynet Kar ABDC, som sluttes i sær meget tet i Halsen, og Aabningen AB. I denne Flaske er Qvegsølv, efter den Linie *hgi* og Rørets Længde *g*F over Qvegsølvet maa vel merkes. Alt maa vel forsynes, saa i AB ingen Luft gaaer ud. Diametern *hi* af Glasset bør være meget stor imod Diametern af Røret.

Ved Forsøg at erfare, hvad Kræfter Varmen meddeler Luften.

Holder man det i denne Tilstand i en meget varm Haand, saa Luften varmes, stiger strax Qvegsølvet i Røret. Af den Høide, hvortil det stiger over det øvrige i *hi*, kunne Kræfterne af Varmen let bestemmes, thi de ere altid saa store, som Høiderne af Qvegsølvet i Røret over Vand-Linien *hi*. Vil man bestemme de Kræfter, Luften kan faae ved en Grad af Varme, som den, der er i det kaagende Vand, da kommer man alene Glasset med Røret i et saadant Vand, og iagttager, hvor høit Vandet i det stiger, da Kræfterne af Vandets Varme ere denne Høide proportionerte.

Giver man Vandet andre Grader af Varme under denne, (thi en høiere tager det ikke imod) hvilke man da ved Thermometret, om hvilket siden skal tales, altid kan bestemme; saa kan man ligeledes af den Høide, hvortil Vandet da stiger, bestemme de Kræfter, som den samme Luft under disse Grader af Varme vinder; der nemlig falde imellem den Grad af Varme, hvilken Luften virkelig haver, og

det kaagende Vands Varme. Er Roret Luft-frie og hermetisk tillukt udi F, ere Forsøgene desto noiere, fordi Luftens barometriske Tyngde da ingen Indflydelse haver paa Virkningen.

§. 53.

Forsigtighed, som behøves, saa tidt som man vil giøre rigtige Slutninger af forrige Forsøg.

Trekker man i det forrige Forsøg Flasken plutselig ud af det kaagende Vand, da falder Vandet i Roret meget plutselig og stærk; saa man deraf seer, at Luften taber sin Varme meget hastig, ligesom den hastig vinder den. Men man maa særdeles vel i forrige Forsøg agte, at Vidden *hi* af Karret maa være anseelig stor imod Aabningen af Roret, at ikke Vandet i Karret anseelig synker, ved at stige i Roret, thi ellers tabte Luften ved Udbredelsen Kræfter, og drev Qvegsølvet i Roret ei med alle Kræfter i Veiret.

Desuden maa vel agtes, at saavel Glasset, som Qvegsølvet, ved Varmen brede sig ud i et større Rum, saa at man, saa tidt som Kræfterne, der vindes ved Varmen i Luften, meget noie skulde findes, nødvendig maatte forud bestemme ved Udregninger saavel Rorets, som Glassets Vidde, imod hverandre saaledes, at den Deel Vand eller Qvegsølv, der steeg i Roret, tog net op et ligesaa stort Rum ind, som det er, hvorom Vandet eller Qvegsølvet breder sig ud i Flasken. Thi derved vilde skee, at Luften ikke kunde brede sig ud, og ei heller trykkes sammen af det sig udbredende Vand eller Qvegsølv.

§. 54.

§. 54.

Luftens Fortyndelse ved Varmen er Aarsagen til fol- Et andet Forseg.
gende Forsog, som man sædvanlig pleier meget at forundre sig over. Det bestaaer deri, at man med et Ol- eller Spits-Glas letter en stor og tung Morter. Man belegger nemlig Morteren paa det Sted, hvor Glasset skal staae, med en Dei. Derpaa tender man Spiritus Vini, og holder Glasset over Flammen, da det ikke springer. Luften bliver derved alt tyndere og tyndere i Glasset, naar den er meget fortyndet og Glasset ret varmt, sættes det paa Deien paa Morteren. Denne kan da trykkes om Randerne af Glasset saaledes, at Luften ikke skal flyde ind neden under dets Rand. Saasnart Glasset bliver kold, kan man, ved at tage fat i det, løfte Morteren.

Thi i Glasset er ikke uden en meget fortyndet Luft. Folgelig trykkes det ned imod Morteren med Tyngden af den hele ydere Lufts Kræfter, som alene lide Modstand af de faae Kræfter, hvilke den indsluttede Luft endnu haver. Begges Forskiel kan, som man seer, af det forrige, meget let være saa stor, som de faa Punds Tyngde, en Morter veier; fordi den hele ydere Lufts Trykning er saa stor, som Vegten af en Cylinder Vand, 15 til 16 Alen i Hoide, og hvis Grund-Flade er den Cirkel, som Glasset staaer paa.

Femte

Femte Forelæsning.

Om Maaden at beregne Luftens elastiske Kræfter, for saa vidt, som den ved dem udbreder sig. Ligeledes, om Maaden at beregne den sammentrykte Lufts Kræfter, og at bestemme Stedernes Høide overhovedet ved Hielp af Barometret.

§. 55.

Luftens Fortyndelser ved hvert Pumpe-Slag bestemmes.

Vi have i det foregaaende forklart de simpleste og letteste Poster, som beheves at vides, for at forstaae Luftens Beskaffenheder. Vi ville i det nærværende vise, hvorledes man kan af det allerede sagte betiene sig i de nøiere Udregninger.

Forestiller man sig da et Kar, som skal udpumpes ved Luft-Pumpen, og man kalder dets innere Rum, eller geometriske Indhold, A, Indholden af Pumpe-Røret, for saa vidt samme fyldes med Luft, B. Forestiller man sig videre, at man bestandig trekker Pumpe-Stangen i alle Slag saa langt ned, og at man steder den igien saa heit op, som den kan gaae; og man derpaa vil vide, hvormeget ved hvert Slag at Luften fortyndes under Klokken; da er det

det klart, at om B er 3 Gange for Ex. saa stor som A, maa i første Slag tre Gange saa meget Luft flyde ned i Pumpe-Røret, som der bliver tilbage under Klokken, saa om denne Deel Luft kaldes x, bliver $A : B = x : \frac{Bx}{A}$, hvilket er den Deel Luft, der flyder ned i Cylindren i første Slag.

Følgelig bliver $x + \frac{Bx}{A} = a$, naar ved a forstaaes den absolute Masse af Luften.

Og $x = \frac{Aa}{A+B}$, hvilket er den Deel Luft, der bliver tilbage under Klokken ved første Slag. Den Deel, som pumpes ud, bliver derimod $\frac{Ba}{A+B}$.

Vil man ligeledes giøre Udregningen for det andet Slag, da skeer det paa samme Maade. Den Deel Luft, som nu er under Klokken, beløber sig til $\frac{Aa}{A+B}$, og man faaer, som før, $A : B = x : \frac{Bx}{A}$, naar nemlig den Deel Luft, som efter det andet Slag bliver tilbage under Klokken, kaldes x, og videre faaes $x + \frac{Bx}{A} = \frac{Aa}{A+B}$, hvoraf videre faaes $x = \frac{A^2a}{(A+B)^2}$, hvilket tilkiendegiver den Deel Luft, der efter to Slag bliver tilbage under Klokken. Hvorimod den Luft, som ved det andet Slag gaaer ud, beløber sig til $\frac{BAa}{(A+B)^2}$.

Man seer deraf strax 1) at efter et Antal af Slag n, bliver tilbage under Klokken en Andeel Luft $= \frac{A^n a}{(A+B)^n}$, hvoraf følger

2) At efter et vist Antal af Slag, giorte paa ovensagte Maade, forholder sig den først indsluttede Luft til den fortyndede, som Summen af det geometriske Indhold i Klokken, der udpumpes, og Pumpe-Reret, forhøiet til den Høide n, der giver Antallet af Slagene tilkiende, forholder sig til Klokkens geometriske Indhold, forhøiet til samme Høide.

Er $A = 1$, $B = 3$, da bliver Luften under Klokken efter 3 Slag $= \frac{a}{64}$, eller 64de Delen af den først indsluttede Luft, og saa videre.

Da $\frac{A^n}{(A+B)^n}$ er det sidste Leed af den geometriske Forhold $1 : \frac{A}{A+B} : \frac{A^2}{(A+B)^2} : \frac{A^3}{(A+B)^3} \cdots\cdots + \frac{A^n}{(A+B)^n}$, saa sees, at Luftens Fortyndelser ved lige Slag gaaer bestandig fort i en geometrisk Forhold.

§. 56.

For deraf videre at undersøge, om Luften taber elastiske Kræfter i Forhold af sin Fortyndelse.

Fordi derfor Luftens elastiske Kræfter staae paa det nærmeste under sig (§. 46.) i samme Forhold som dens Tykkelser; saa kan man heraf altid bestemme, hvad efter et vist Antal af Slag disse Kræfter blive. Og da de igien bestandig holde under sig den samme Forhold, som Høiderne af Qvegsølvet i Barometret, der er føiet til Luft-Pumpen, kan man ved at sammenligne de virkelige Barometrets Høider efter et vist Antal af Slag med de, som ved Udregningerne bestemmes, undersøge, baade om de Forsøg, som man gier over Luftens Elasticite, svarer til Theorien, saa og om denne under alle Grader af Fortyndelse følger overalt de samme Regler.

§. 57.

§. 57.

Vil man vide, hvad den fortyndede Lufts Forhold efter et vist Antal af Slag bliver til den første indsluttede, da om man kalder den fortyndede Luft x, bliver §. 55 $\frac{aA^n}{(A+B)^n} = x$, og derfor $\frac{a}{x} = \frac{(A+B)^n}{A^n}$.

At finde den fortyndede Lufts Forhold til den naturlige, efter et vist Antal af Slag eller Pumpe-Træk.

Vil man finde dette ved Logarithmos, da siden at Logarithmus $\frac{(A+B)^n}{A^n} = n\,L.(A+B) - n\,Log.A$, saa behøves alene

1) At tage Logarithmus af Summen af Klokkens og af Pumpe-Rørets Indhold, og at multiplicere samme med det Tal, som tilkiendegiver Mængden af Slagene.

2) Derfra trekkes videre Logarithmus af Karrets Indhold, ligeledes multiplicert med Slagenes Antal.

3) Søger man derpaa det Tal, som svarer til denne Logarithmum; da faaes ved dets Forhold til Uniteten, Forholden af den tilbage blevne Luft under Klokken, eller i Karret, til den først indsluttede.

§. 58.

Ligeledes, om man vil finde, hvor mange Slag med Pumpe-Stokken der behøves for at fortynde Luften, saa at af den ei meer bliver tilbage, end den Deel s; da bliver $\frac{aA^n}{(A+B)^n} = s$, og $n\,Log.A + Log.a - n\,Log.A + B, = Log.s$. Følgelig

For at finde hvor mange Pumpe-Slag der behøves, for at give Luften en vis Grad af Fortyndelse.

bliver $\frac{\text{Log. } s - \text{Log. } a}{\text{Log. A} - \text{Log. A} + \text{B)}} = n = \frac{\text{Log. } a - \text{Log. } s}{\text{Log. A} + \text{B} - \text{Log. A}}$

$$= \frac{\text{Log.} \frac{a}{s}}{\text{L}\left(\frac{\text{A}+\text{B}}{\text{A}}\right)}.$$

Saa man, for at finde dette Antal Slag, behøver alene at tage Logarithmus af den først givne Luft, og af den, som man vil tilsidst skal blive tilbage, eller, hvilket er det samme, af de Tal, som tilkiendegive begges Forhold, og trekke den sidste Logarithmus fra den første.

2) At tage Logarithmos først af Summen af Karret, der udpumpes, og af Pumpe-Rørets geometriske Indhold; siden af Karrets geometriske Indhold alene. Den sidste Logarithmus trekkes ligeledes fra den første; Forholden imellem de to saaledes fundne Tal giver det Antal Slag tilkiende, som behøves, for i den forlangte Grad at fortynde Luften.

§. 59.

Man kan ved Hielp af disse Regler forfærdige Tabeller, hvilke til en Pumpe af et vist givet Indhold imod Karrets, der udpumpes, viser; hvad Luftens Fortyndelse bliver, som svarer til de adskillige Slag.

Saaledes, om Pumpe-Røret er af samme Indhold som Karret, bliver $\text{A} = \text{B} = 1$, og $n = \frac{\text{Log. } a - \text{Log. } s}{\text{Log. } 2}$. Sættes $a = 1$, bliver $n = \frac{-\text{Log. } s}{\text{Log. } 2} = \frac{\text{Log.} \frac{1}{s}}{\text{Log. } 2}$.

Er

Er $s = \frac{1}{2}$; bliver $n = \frac{-\text{Log. } \frac{1}{2}}{\text{Log. } 2} = \frac{\text{Log. } 2}{\text{Log. } 2} = 1.$

Er $s = \frac{1}{3}$; bliver $n = \frac{\text{Log. } 3}{\text{Log. } 2} = 1.585.$ o. s. v.

§. 60.

Er Karret, som udpumpes, det samme, men i adskillige Pumper Pumpe-Rørene adskillige; og man vil ved disse sidste dog bringe Luften til den samme Grad af Fortyndelse, da blive saavel a som s bestandige Størrelser. Det Antal Slag, som i disse adskillige Tilfælde behøves, findes ved den Ligbed $n = \frac{1}{\text{Log. } A + B - \text{Log. } A}$, saa at det Antal af Slag, som i disse adskillige Tilfælde behøves, forholde sig forkeert som Forskiellene imellem Logarithmus af Karrets Størrelse og Logarithmus af Summen af Karrets og Pumpe-Rørets Størrelser.

Ligedanne Opløsninger i Henseende til den sammentrykte Luft.

Man kan derfor ved Hielp af denne Regel, naar Udregninger først ere blevne giorte for et Kar af given Størrelse, af den siden bestemme det Antal Slag, som behøves i alle andre Luft-Pumper, for at giøre samme Virkning.

§. 61.

Man bestemmer alt dette endnu meget lettere i Henseende til den sammentrykte Luft. Thi kaldes, som før, Indholden af det Kar, i hvilket at Luften sammentrykkes, A; af Pumpen eller Røret, som til Sammentrykningen bruges, B; da bliver den sammentrykte Luft i Karret efter et Slag $A + B$, efter to, $A + 2B$, og efter det Antal af Slag n, $A + nB$.

Vil man deraf bestemme, hvad Antal Slag der behøves til at give Luften den Grad af Sammentrykkelse og Tykkelse s, da bliver $A + nB = s$, og $\frac{s-A}{B} = n$. Hvoraf følger

At man, for at finde det Antal Slag, som udfordres til at give Luften i det samme Kar ved nye tilkommende Luft den Grad af Sammentrykkelse s, behøver alene at dividere Forskiellen imellem den naturlige og sammentrykte Luft, eller imellem de Tal, som tilkiendegive begges Forhold med Indholden af Pumpe-Reret.

§. 62.

At finde de Høider, til hvilke Qvegsølvet stiger udi Rør af given Længde, i hvilke en given Deel af Luft findes.

Man kan paa samme Maade ved Udregninger undersøge af de Høider, hvortil Qvegsølvet stiger i Rør, der ei ere ganske Luftfrie, om Luftens Fortyndelse skeer efter de foranførte Regler; saaledes nemlig, at dens elastiske Kræfter altid ere forkeertviis proportionerte de Rum, i hvilke den samme Mængde Luft indsluttes.

Thi er i Barometret Qvegsølvets GF Høide $= a$, (Taf. I. Fig. 3.) da er samme proportionert de Kræfter, hvormed Luften her neden hos os er sammentrykt, følgelig og med de, med hvilke den Luft sammentrykkes, som, vi ville antage, flyder oven ind i Barometret udi c, førend den i dette sidste endnu saaer udbredet sig.

Vi ville derfor antage, at Barometret er overalt lige vidt, at man oven fra i E kan lade saa megen og saa lidet Luft ind i det, som man selv vil, og at Høiden af den naturlige Luft, der lades ind i Barometret, er Ed. Siden denne sidste nu trykker imod den ydere Luft, saa er det klart, at denne ei kan holde baade Qvegsølvet til Barometrets sædvanlige Høide, og Trykningen af Ed tillige,

tillige, tvertimod: det som maa skee er, at Ed breder sig ud, og at Qvegselvet falder til e, saa længe til at Trykningen af den fortyndede Luft over e og af Qvegselvet eG begge tillige blive i Ligevegt med Trykningen af den ydere Luft.

For nu at bestemme den Høide eG, som Qvegselvet bør have i Barometret, naar en Deel af dette sidste er bleven fyldt med en saadan Luft, som den her neden hos os, der siden videre udbreder sig, og trykker Qvegselvet ned. Da ville vi kalde Høiden af denne Luft Ed, b, det hele Rørs Længde c. Barometrets Høide til den Tid, som nylig sagt, a, og den søgte Høide af Qvegselvet Ge, x. Da bliver det Rum, som Luften haver bredet sig ud over, $= Ee = c - x$; den Styrke, der er i dens Elasticite efter Udbredelsen, $= Ge = a - x$, og $a - x = \frac{1}{\frac{1}{c-x}}$, thi de elastiske Kræfter ere forkeert-viis som de Rum, over hvilke den samme Luft breder sig ud.

Da derfor $b = \frac{1}{a}$; saa bliver

$b : \frac{1}{a} = c - x : \frac{1}{a-x}$, eller $b : c - x = a - x : a$.

Hvoraf videre faaes $xx - cx + ca = ab$,

$$x = \frac{c+a}{2} \pm \sqrt{ab - \frac{ca}{2} + \frac{c^2}{4} + \frac{a^2}{4}} - ax$$

§. 63.

Deraf følger, at den Deel, som Luften indtager i Røret, eller $Ee = c - x$, beløber sig til $\frac{c-a}{2} + \sqrt{ab - \frac{ca}{2} + \frac{c^2}{4} + \frac{a^2}{4}}$. I denne Tilfælde at finde, hvad Deel af Røret den givne

Man

Mængde Luft opfylder.

Man kan af disse to Formuler altid bestemme, naar en vis Deel Luft er ladt ind i Røret, baade hvad Luftens og hvad Qvegsølvets Høider udi Røret blive, i Følge Theorien. Man vil altid finde, at Erfaring træffer nogenlunde ind med denne sidste, saa der er ingen Tvivl paa, at jo Luften her hos os fortynder sig paa det nærmeste saaledes, at de Rum, over hvilke den udbreder sig, blive Elasticitetens Kræfter forkeert-viis proportionerte.

§. 64.

Ligeledes og af Qvegsølvets Høide i Røret at finde den i samme indsluttede naturlige Lufts Mængde.

Vil man finde, hvad Luft af samme Tykkelse, som Luftens sædvanlige her hos os, der er i et Barometer-Rør, naar den Høide, til hvilken Qvegsølvet i det staaer, er given, tilligemed dets Høide, i et andet Luftledigt Barometer; da behøves ikkuns at ansee i den Ligbed $xx - cx - ax + ca = ab$, x som en Størrelse, der er given, tilligemed de øvrige, b undtagen, som er den, der søges; da man strax faaer $b = \frac{xx - cx - ax + ca}{a}$.

Paa samme Maade, som disse Udregninger ere blevne giorte, kunde andre iligemaade gieres, for hvad anden flydende Materie der stiger i Rørene; alene at den Høide, hvortil de stige, trykte af Atmosphærens Tyngde først er bekiendt, eller, hvilket er det samme; deres specifike Tyngder imod Qvegsølvet.

§. 65.

De Rum undersøges, som Luften lader sig sammentrykke i udi Kar, som til

Efter at have igiennemgaaet det fornemmeste, som er at agte i Henseende til Lustens adskillige Fortyndelser, ville vi ligeledes undersøge det, som haver Henseende paa den sammentrykte Luft. Er

i Almin-

i Almindelighed (Taf. I. Fig. 17.) *abdc* et Kar fyldt med Luft til en Tid, da Atmosphærens eller Dunst-Kredsens Trykning er i Vands Høide $= h$. Synkes dette Kar ned i Vandet, da seer man strax, at jo dybere det synkes, desto høiere stiger Vandet *dg* inden i Karret, til en saadan Høide nemlig, at Vandets Tyngde i *gd*, og Luftens elastiske Kraft i *bg* begge holde Atmosphærens Tyngde *h*, og Vandets Trykning til den Høide *fd* Ligevegt. Følgelig bliver Vandets Høide inden i Karret *gd* altid mindre, end sammes Høide uden til, *fd* og *gd* kan i Almindelighed saaledes bestemmes. adskillige Dybder synkes under Vandet.

Er Høiden af Vandet udi *cdg* $= x$. Karrets hele geometriske Indhold $= G$, samme Indhold af det i det undersynkede Kar *cdg* indflytte Vand $= z$; men Høiden af Vandet uden til, eller $fd = b$, da bliver den i *bg* sammentrykte Lufts elastiske Kraft $= \frac{Gh}{G-z}$, men den er og $= h + b - x$, saa man faaer i Almindelighed

$$x = \frac{b.(G-z) - zh}{G-z}.$$

Ansees x som meget liden imod h og b, hvilket haver Sted i det Tilfælde, da Klokken er af maadelig Høide, og synkes til temmelige Dybder under Vandet, da bliver $Gh = (G-z).(h+b)$.

a) Er Karret desuden en Cylinder, hvis hele Høide $= a$, da er $G - z = a - x$, og $z = x$. Saa man faaer, om $a + b + h = c$,

$$x = \tfrac{1}{2}c \pm \sqrt{\tfrac{1}{4}c^2 - ah}.$$

b) Synkes en saadan Cylinder til nogen anseelig Dybde under Vandet, da bliver, i Følge den sidste Ligned, $x = \frac{bG}{b+h}$.

Følgelig om $b = h$, bliver $x = \frac{1}{2}a$. Om $b = 2h$, bliver $x = \frac{2}{3}a$ o. s. v. Hvoraf sees, at Vandet i cylindriske Kar stiger høit og hastig op i Karret til maadelige Dybder under Vandet. Da Rummene, som Luften indtager i Cylindren, blive noget nesten i forkeert Forhold af de sammentrykkende Tyngder.

c) Er Karret koniſk, da bliver $G : G - z = a^3 : \overline{a - x}^3$, og derfor bliver, i Følge den sidste Ligheds, $x = a - a\sqrt[3]{\frac{b}{b+b}}$. Er $b = h$, da bliver $x = a - a\sqrt[3]{\frac{1}{2}}$. Er $b = 2h$, da bliver $x = a - a\sqrt[3]{\frac{1}{3}}$. Hvoraf sees, at x voxer, til samme Dybde under Vandet, langt fra ikke saa stærk i koniske, som i cylindriske Kar. Thi naar $b = 2h$, for Ex. er i cylindriske og koniske Kar Vandets Høide som $a - \frac{1}{2}a : a - a\sqrt[3]{\frac{1}{2}}$, men man seer strax, at det sidste er mindre end det første, thi af $\sqrt[3]{\frac{1}{2}}$ og $\frac{1}{2}$ ere Kubi $\frac{1}{2}$ og $\frac{1}{8}$, o. s. v.

§. 66.

Det forrige anvendes til at maale store Vandes Dybhed.

Man kan giøre Brug af dette sidste i at undersøge, for hvor vidt de theoretiske Regler over Luftens sammentrykkende Kræfter og de Rum, den ved dem indtager, stemme med Erfaring eller ikke; Men da man desuden kan deraf giøre endnu anden nyttig Brug, ville vi ikke undlade, desangaaende kortelig at handle.

Man kan ved Hielp af en Metal-Cylinder, der er aaben i den ene Ende, og lukt i den anden, maale anseelig store Dybder udi Havet. Thi naar den synkes saaledes vertikal

vertikal ned, at den aabne Ende vender imod Vandet, da sammentrykkes i den Luften alt meer og meer. Blev den nedsynket til 10000 Fods Dybde, da var Luften indsluttet omtrent i en halv Tommes Rum, om Cylindren var 12 Fod hoi, (§. 65.) og altsaa kunde i denne Dybde Inddeelningerne til de adskillige Dybder endnu temmelig vel paa den betegnes.

Den berømte Desagulier (*) haver af dette Princip optænkt et Instrument, at maale Havets Dybhed paa maadelige Distancer under Vand-Linien. A er (Taf. II. Fig. 1.) et Metal Kar, paa hvilket skrues en Dekkel udi D. Midt igiennem Deklen gaaer et Glas-Rør *ce*, som er til Loddet fast og lukt i *c*. Man øser lidt farvet Olie i Karret A, saa at samme staaer op over den aabne Ende *e* af Røret til *d*. For at forvare Røret *ec* destobedre, indsluttes det i Cylindren C, til hvilken er loddet oven til en huul Kugle M. I *a* ere smaa Aabninger hist og her paa Karret og Cylindren, igiennem hvilke Vandet i dem kan flyde ind. Synkes dette Instrument under Vandet, da sammentrykkes Luften udi *ce*, og den farvede Olie stiger; Farven af Olien smitter Siden af Røret, saa man kan see, hvor høit den haver staaet, naar Instrumentet kommer op igien af Vandet, og deraf kan, efter §. 65, af det Rum, som den sammentrykte Luft tilsidst haver været indsluttet i, sluttes paa Vandets Dybhed.

Paa

(*) Physik IX. Forelæsning. Hvor man videre finder Hales Forslag til et andet Instrument af samme Slags, sluttet af samme Princips, hvorved de største Dybheder kunde maales.

Paa det at Instrumentet af sig selv kan synke, betynges det neden til med en Tyngde T, hengt an i en rummelig Aabning ved en Krog F, som en lille Feder i *x* søger at skyde fort hen efter *p*F, hvilket Tyngden T forhindrer, som henger i o. Saasnart derimod, som denne sidste støder an paa Hav-Bunden, bliver Krogen F ei meer betynget. Fiedren *x* driver F*p* ud paa Siden. Det hele Instrument er da lettere end Vandet, og stiger op efter igien, fordi Kuglen M er til den Ende med Fliid giort huul indvendig.

Saafremt som man kunde antage, at Forandringen i Varme og Kuld ikke var i Vandet betydelig foranderlig i Vand-Linien og til adskillige Dybheder under samme. Videre at adskillige Forandringer, i Henseende til Varme og Kuld i den udi Røret indsluttede Luft, ikke forandrede Luftens Beskaffenhed i at lade sig sammentrykke; endelig og at for alle Grader af Sammentrykkelsen den samme Regul havde Sted, da kunde man med Nytte betiene sig af dette Instrument, og af andre, som grunde sig paa samme Princips, hvilke Rummet ikke tillader her at ansøre.

§. 67.

Dykker-Klokkens Beskaffenhed forklares.

Et andet udi Brugen betydeligere Instrument, som staaer i Forbindelse med det foregaaende, er Dykker-Klokken. At leve ligefrem og længe under Vandet, er Menneskets Natur imod; desuagtet behover man meget ofte denne Kunst, i sær for at bierge forsunkne Vahre. Man haver derfor søgt, at betiene sig af adskillige Machiner, udi hvilke den Dykkende kunde sidde under Vandet, uden at blive overswommet af det. De af dem, som ere mindre nyttige,

og

og fast farlige, som Vand-Harniskerne, ville vi forbigaae, for kortelig at forklare Dykker-Klokken, som den beste.

Dette Instrument (Fig. 2.) bestaaer af en koniſk Træe- eller Kobber-Klokke A, forsynet med en Bænk udi B, paa hvilken en eller flere Dykkende kunde staae eller sidde. Man belæsser denne Klokke med Tyngder, enten i Form af en Ring, som ligger over den, eller paa andre Maader, saa den kan af sig selv synke under Vandet, dog saa at den kan hidses op og ned, ved Hielp af en Strikke udi C. Forsyner man den oven i D med et Convex-Glas, da kan man, naar Vandet er stille, meget godt see i Klokken, men ikke, naar Vandet er i Bevægelse. Nedlades dette Instrument paa Bunden af Vandet over den forsunkne Ting, da kan denne med Baand og Kroge fattes, for derpaa at blive hidset op.

Luften inden i Klokken forbyder Vandet at stige høiere op i den, end til en vis Høide, hvilken endog bliver maadelig, da Klokken er koniſk, efter §. 65. Ikke destomindre stiger Vandet dog i en saadan simpel og uhiulpet Klokke høit nok, for at være Dykkeren til Hinder, i sær om Dybden under Vandet er betydelig. Jo dybere Klokken synkes under Vandet, desto meer sammentrykkes den i samme indsluttede Luft. Erfaring lærer, at naar endog denne Sammentrykkelse er 3 til 4 Gange større, end den frie og sædvanlige Lufts, skader samme dog ikke det menneskelige Legeme, alene at Klokken synkes meget langsom. Thi falder den pludselig, føle de Dykkende anseelige Smerter, og kunne endog staae Fare for Livet.

Den Uleilighed, at Vandet stiger, er i den simple Klokke ikke den største. I en indsluttet Luft af maadelig Mængde, naar den ikke kan cirkulære og idelig forfriskes, kunde Dyr og Mennesker

ikke længe leve (*), fordi den Luft, som engang haver underholdt Livet i et Aandedræt, efter sikkere Erfaringer tiener ikke meer i de følgende, saa at ligedanne Erfaringer bevise, at Mennesket fortærer eller gior uduelig en Kande Luft i Minutet. Den skarpsindige Hallei haver afhiulpet begge disse Ulemper paa en meget simpel Maade. Strax ved Siden af Klokken lader han en Tønde E synkes ned i Vandet, noget dybere end Klokken, hvorved Luften i Tønden stærkere sammentrykkes, end den i Klokken. Fra den øverste Bund gaaer i *a* en Læder-Slange ind i Klokken, forsynet i Enden med en Hane, hvilken Dykkeren kan dreie om, for at lade frisk Luft ind til sig. Thi da ved Aande-Dretten Luften i Klokken ideelig taber af sin Elasticitet, og den i Tønden er desuden meer sammentrykt, end den i Klokken, saa trenger denne sidste ind i den første, og forstørrer dennes elastiske Kræfter, hvorved skeer 1) at det Vand, som var steget i Klokken, drives igien ved den forfriskede Lufts Kræfter ud af den. 2) At Dykkeren faaer frisk og sund Luft. Er Luften af en Tønde forbrugt, hidser man den op, og lader en anden ned igien til samme Dybde, hvilket, naar behøves, Dykkeren kan lade Folkene i Skibet, som styre Machinen, vide ved Bevægelsen af en Linie. Med Tønden kan han sende smaa Blye-Plader op, paa hvilke er skrevet med en Jern Spitse, hvorhen de bør dreie Klokken, for at den kan falde over Ting, som skulle løftes.

At den fordærvede Luft oven i Klokken ikke skal være den øvrige til Hinder, er imod det øverste af den en Hane anlagt, som Dykkeren kan aabne. Igiennem den trykkes den fordærvede og lidt elastiske

(*) Hales *Statique des Vegetaux* Chap. VI. Exper. 107. o. f.

elastiske Luft ud af den friske og stærkere, hvilken tillige forhindrer ved sin Modstand, at Vandet ikke kan trenge ind igiennem Hanen i Klokken. Saaledes lever Dykkeren, uden at være hindret af Vandet, i en bestandig frisk Luft, i sær om man paa Hr. Trievalds Maade lader en i begge Ender aaben Slange løbe fra det nederste af Klokken op til Dykkeren, som ved et Mund-Stykke, sat paa Enden af Stangen, kan trekke den nederste friskeste Luft til sig, naar han behager og finder det fornødent. Dykkeren kan ydermere staae tør paa Bunden af Havet, naar Klokken synkes ganske ned. Er Vandet uroeligt, saa det er mørkt i Klokken, kan han uden Hinder tende Lys. Men man maa agte, at et Lys til 6 paa Pundet fortærer i samme Tid ligesaa meget Luft, som et Menneske.

Da det fast ikke er mueligt, at synke Klokken ned lige over de Ting, som skulde høves, saa den jo de fleste Tider kommer ned noget fra dem paa Siden, saa er det en ikke mindre vigtig Forbedring af Hr. Hallei, at han haver optænkt et Middel, hvorved Dykkeren kunde gaae ud af Klokken uden Fare, og forrette i frie Søe, hvad han bør. Han haver derfor anordnet en Blye-Hætte, i Form af Klokke, ligesom den før beskrevne, hvilken Dykkeren, som vil gaae ud i Vandet, sætter over Hoved og Hals. Oven paa denne lille Klokke er en Hane, fra hvilken gaaer en Læder-Slange, inden i beviklet med en spiral Staal-Traad, at den ei skal af Vandet trykkes sammen. I den flyder Luften fra den store Klokke ind i den lille. Dykkeren slutter Hanen paa Slangen til, før han gaaer ud af den store Klokke, og saa tidt han behøver frisk Luft, hielper han sig, ved at vikle Slangen op om sin Arm, igien tilbage til og ind i den store Klokke, for at aabne Hanen paa nye, og at forsyne sig atter

igien

igien med friſk Luft. Dykkeren ſelv bær desuden Blye-Soller under Fødderne, og et tungt Belte om Livet, for at kunde gaae ſtadig i Vandet og imod Strømmen (*).

§. 68.

Et ſaadant Inſtrument, ſom den lille Dykker-Klokke, kunde med Nytte bruges af de Perſoner, ſom ſkulle ſtige ned i dybe Kieldere, Brønde, underjordiſke Gallerier, Mine-Gange, Caſematter, i det underſte af Skibene, i Bergværkernes Gruber, og andre deslige Steder, hvor det meget ofte hender ſig, at Luften er utienlig til Aande-Drettet, ſaa at de i en ſaadan Luft nedſtigende Perſoner pluſelig døe. For at forekomme de farlige Hendelſer, ſom en ſaadan Luft foraarſager, haver man fra meget gamle Tider af paa mange Maader ſøgt, at ſkaffe den ſkadelige og fordervelige Luft ud af deslige Steder, eller og at forſyne dem med en friſk. Man haver dertil betient ſig af Trek-Huller og Aabninger, i Form af Skorſtene eller Rør, ved hvilke den fordervede Luft kunde communicere med den frie. For at bringe Luften i Cirkulation, haver man meget ofte lagt Ild an foran ved eller inden i diſſe Rør, men i mange Tilfælde var dette Middel endnu utilſtrekkeligt til at forfriſke Luften. Paa Skibene haver man betient ſig, og betiener ſig endnu af Segl, ſom Vinden bevæger, hvorved Luften i Skibet ſættes i Bevægelſe

(*) Angaaende Dykker-Klokken kunde videre eſterſlaaes Desagulier Phyſik anførte Sted, og endnu fuldſtændigere i Kiøbenhavns Selſkabs Skrifter ottende Deel Hr. Profeſſor Hees Anmerkninger over Konſten at leve under Vandet.

vægelse og Cirkulation; men det er ikke overalt i Skibet, ei heller ved stille Veir, at man paa denne Maade kan hielpe sig. Man hielper sig derfor paa en temmelig kostbar Maade, ved at spreite Ædike imellem Dekkerne, thi man veed af Erfaring, at Ædike forfriſker Luften, og gier den i længere Tid tienlig for Respirationen. I Biergværkerne haver man betient sig af en Mængde Paafund (*), af hvilke de beſte beſtod i Brugen af store Pustere, som trykte friſk Luft ind i lange Rør, hvilke siden førte Luften hen til de Gruber, Dybheder eller Steder, hvor den var fordervet. Ved at legge Ventilen i Pusteren forkeert, trak man ligeledes den fordervede Luft ud. Disse Machiner, skiønt de i sig vare gode, havde dog to anseelige Feil; den ene, at de vare vanskelige at bevæge; den anden, at de sielden førte saa stor Mængde Luft ind i Gruberne og de underjordiske Huller, som der behøvedes til at forfriske Luften. Hr. Desagulier var en med af de første, som tænkte alvorlig paa disse Machiners Forbedring (**), Hr. Triewald i Sverrig (†), og Hr. Hales i Engeland (††) faldt omtrent ved en og den samme Tid paa at bringe dem til Fuldkommenhed. Begges Machiner ere en Art af Pustere, som vi ikke bør være ganske uvidende om. Men det er i den Henseende tienligt, først med faa Ord at beskrive den gemene og bekiendte Puster eller Blæsebælg. Man veed, at i dette Instru-

(*) *Agricola de re Metall.* Libr. 6.

(**) See desangaaende hans physiske Forelæsninger XIte Forel.

(†) See Svenske Videnskabernes Akademie for Aar 1744.

(††) See *Description du Ventilateur* par Hales.

Instrument (Taf. II. Fig. 4.) de to Sider C kunde bevæges op og ned, naar man trykker i A og B, saa de snart kunde gaae nærmere sammen, snart igien længere fra hverandre, fordi Læret, som er overalt naglet fast til dem, er let bevægeligt, falder let i og gaaer let ud af sine Folder. Dette Læder gior, at ingen Luft kan trenge ind i Pusteren, uden alene igiennem Røret E og Aabningen F, for hvilken ligger et Stykke Læder eller en Klap (Ventil), hvilken, naar Siderne C ere trokne fra hverandre, lader Lusten flyde ind i F, men ei træde tilbage, naar den inden i Pusteren sammentrykkes, og derfor maa flyde ud igiennem Røret DE. Forestiller man sig, at et langt Rør blev føiet til DE udi E, da forstaaer man strax, hvorledes paa denne Maade friſk Luft kunde føres, hvorhen man vilde. For at bevæge Pusterne saa tidt, som de vare store, behøvedes alene en Indretning af Vegt-Stænger eller andre Statiſke Verktøi, hvilke enhver, der er lidt bevandret i Machin-Væsenet, paa mange Maader selv let kan optænke.

§. 69.

Hr. Hales Ventilator beskrives.

Hr. Hales Ventilator, eller Luft-Bevægere, er en Art af Puster, men hvis Bevægelse er overmaade let, uagtet at den kan føre en overmaade stor Mængde af Luft i kort Tid fra Sted til andet. Machinen er for Resten høist simpel. CDBE er (Taf. II. Fig. 5.) en Træ-Kasse, i hvis Midte er et bevægeligt Mellem-Gulv z, ligeledes af Træe, som bevæges i indvendige Hengsler ved x. Brettet, som slutter Kassen foran, forestilles som borttaget, for desto bedre at kunde indbilde sig det indvortes. Brettet CA er krummet, at Bevægelsen af Mellem-Gulvet, som ei slutter ganske, men

dog

dog nogenlunde neie med Kassens Sider, destobedre kan gaae for sig uden Rivning. Mellem-Gulvet stives i sin Bevægelse ved den krummede Jern-Beile L, saa det gaaer stadigt. Rx er en Stang, ved hvilken Mellem-Gulvet trekkes op og ned. Ved x ere 4 Ventiler, eller Klappe, af anseelig Størrelse, at Luften desto friere kan flyde ind i og ud af Machinen.

I Fig. 6 sees Machinen saaledes, som den bruges, dobbelt og i horizontal Stilning, da den bevæges ved Vegt-Stangen FG, som hviler paa en vertikal Stolpe udi o. Ventilerne 1, 3, 6, 8 aabne sig ud efter i Machinen, at Luften kan flyde ind i den. Ventilerne 2, 4, 5, 7 derimod ud efter. Skydes Mellem-Gulvet ned, aabner sig Ventilen 1, Luften trykkes ud igiennem Aabningen 4; gaaer Mellem-Gulvet op efter igien, flyder Luften ind igiennem Ventilen 3, og trykkes ud igiennem Aabningen 2. Paa samme Maade bevæges Luften ind igiennem 8 og 6, og trykkes ud i 5 og 7. For ved Ventilerne og deres Aabninger udi 2, 4, 5, 7 sættes (Fig. 7.) en Kasse NM, som tager imod Luften; af samme flyder den igien ind i Tuden P, og naar til samme feies lange Rør, kan man i dem videre føre den friske Luft, hvorhen man vil. Herr Hales Ventilator, som han brugte til at forfriske Luften i Skibene, havde 10 Fod i Længde, 4 Fod 3 Tommer i Bredde, og 13 Tommer i Høide. I hver Bevægelse skiød den $\frac{5}{4}$ Tønde Luft ind i Kassen NM. Man kunde uden Hinder bevæge den 60 Gange i Minutet, og saaledes bringe i en Time 4500 Tønder frisk Luft hen til de Steder, hvor den behøvedes. Man kan i Tilfælde, da megen Luft behøves, sætte flere Kasser over hverandre, hvis Mellem-Gulve kunde tillige gaae op og ned ved de samme Stænger Rx.

Man kan og giere dem med enkelt Kasse og af liden Størrelse, hvor ei uden en liden Andeel af Luft behøves.

De store kunde i sær tiene til at bringe Luft ind i Gruberne, i Miner og Gallerier, i Rummet af Skibene, naar Rørene, igiennem hvilke Luften skal flyde, behørig anlegges. De maadelige og mindre til at bringe frisk Luft ind i Hospitaler, Arrest-Huse, Komoedie-Sale og andre Værelser, hvor der er stor Mængde af Folk. Hr. Hales haver desuden viist, hvorledes man kan giere Brug af disse Machiner, til at tørre Malt og andre Ting, ved at twinge Luften til at cirkulære igiennem dem; og man paa denne Maade kan rense Kiøbmands-Vahre, som ere komne fra Steder, befengte med Pest og smitsomme Sygdomme, uden at tale om adskillig anden Nytte, som man kan tilveiebringe ved en fornuftig Brug af denne Machine.

§. 70.

Ligeledes den Trievaldske.

Herr Triewalds Luft-Bevægere eller Ventilator er egentlig blevet optænkt til Brug paa Skibene, og den er dertil unegtelig bedre skikket, end den af Hales; deels fordi den tager langt fra ikke saa meget Rum op, som denne, og skilles efter Brugen lettere fra hinanden; deels og, fordi den paa samme Tid trekker den fordervede Luft ud, og fører en frisk Luft ned imellem Fordekkene af Skibet. Man seer denne Machine i Grund-Ris Fig. 9, men i Op-Ris Fig. 8.

B og A ere to Pustere, af samme Slags omtrent, som de bekiendte i Pudder-Pusterne. De ere giorte af smidigt, men stærkt og velsmuurt Læder. Saavel oven, som neden til, ere de forsynede

men

med Bund og Dekkel af Træ, saa Lusten ikke kan komme ud af, ei heller ind i Pusterne, eller Vind-Støvlene B og A, uden igiennem Ventilerne og de dertil indrettede Aabninger. I det underste Bund-Stykke ere *c* de Ventiler, igiennem hvilke Luften trekkes ud, i Bunden af Luft-Støvlen B derimod ere D to Aabninger med Ventiler, igiennem hvilke Luften kan flyde ind. I V er en Ventil, som let kan sættes i forkeert Stilning, eftersom man enten vil trekke Luft ind i, eller igiennem den til samme svarende Aabning trykke den ud af Machinen. I F anlegges Rørene, hvis Aabninger communicere med Aabningerne af Ventilerne.

Luft-Støvlen A trekker altid den fordervede Luft til sig igiennem et af disse Rør, som ledes ned i det Rum, hvor den fordervede Luft er. Man forsyner Hoved-Røret med andre Tvær- og Side-Rør, om man fra flere Steder tillige vil pumpe den fordervede Luft bort. Luft-Støvlen B kan paa samme Maade bruges, om Ventilerne D med smaa Stik-Navler, som Figuren viser, holdes lukte. Men gemeenlig bruges den til at trykke til samme Tid frisk Luft ned i de Rum, af hvilke Støvlen A trekker den usunde Luft bort. I dette Tilfælde lukkes Ventilerne *c* til med to Hager, og Ventilen i V vendes om, saa den aabner sig imod Røret, hvilket sættes paa i F, for at igiennem det den sammentrykte friske Luft kan bevæge sig hen til de fornødne Steder.

§. 71.

Luft- eller Vind-Bøsserne forklares.

Den gevaltigste Brug, som Konsten gier af den sammentrykte Luft, udøves ved Luft-Bøsserne, hvis Virkning giver den af de sædvanlige Bøsser intet efter. Man gier dem paa adskillige Maa-

der. *ab* er (Taf. II. Fig. 12.) Bosse-Roret, udi hvilket sees Kugle udi *b*. Omkring Bosse-Roret ligger i *c* et andet, udi hvilket Luften sammentrykkes ved en Art af Compressions-Pumpe, anlagt udi Skieftet i *gh*. Pumpe-Roret er lidt videre uden til i *h*, end længere ind ad, at Luften kan flyde ind i Pumpen, hvor den siden sammentrykkes, fordi Cylindren *k* slutter bedre ind ad meget neie i Roret. I Enden af Pumpen ved *g* er en Ventil anlagt, som ved den sammentrykte Luft aabner sig, saa at i *d* Luften kan flyde ind i Roret *c*, men saasnart som Luften igien vil gaae tilbage, falder den for og forhindrer den i at flyde igien tilbage ind i Pumpe-Roret. Strax foran ved Kuglen i *b* er ligeledes en Ventil *f*, fra den løber en Hale *ne* igiennem en Cylinder *l*. Denne Cylinder er inden til belagt med vel forsynet Læder, saa at ingen Luft kan trenge ind i den trange Aabning, igiennem hvilken Halen *ne* løber. Denne Hale er krummed, og løber ud af Bossen, saa man ved at trykke paa den udi *e*, kan skyde den tilbage, hvorved Ventilen *f* ligeledes gaaer tilbage, den sammentrykte Luft flyder derpaa ind til Kuglen, og støder den med stor Magt fort. Saasnart i *c* ikke meer trykkes, skydes Ventilen igien tilbage af en Feder, som spendes, naar man trykker Ventilen ud fra Kuglen udi *e*. Stille-Pinden *e* legges ind i en ordentlig Bosse-Laas Q, for at give disse Bosser samme Skikkelse, som de sædvanlige. Lader man Ventilen *f* snart falde tilbage igien, gaaer ved et Skud ikke uden lidt af den sammentrykte Luft ind i Roret *ba*, saa man med den samme Luft kan skyde flere Gange (*).

§. 72.

(*) En nyere og konstigere Indretning af dette Slags Bosser findes hos Desaguliers i hans Physik XIte Forelæsning.

§. 72.

Vi have i det forrige undersøgt Beskaffenheden af Luftens Elasticitet, for saavidt den alene blev foraarsaget enten af den overliggende Lufts, eller af andre Tyngders Trykning, i hvilken Hypothese man kan antage, at Tykkelsen er altid Trykningen og de elastiske Kræfter proportionert. Men man maa herved vel agte, at vi antage i alt det foregaaende al Luft, som at have den samme Grad af Varme. Thi vi have for sagt, at adskillige Grader af Varmen give Luften adskillige Kræfter.

I den Hypothese, at Graden af Varmen er udi Luften overalt den samme, bestemmes ved Barometret Stedernes Distance fra Vand-Linien af Haver, af det Princip, at Luftens Tykkelser ere de trykkende Kræfter proportionerte.

Imidlertid dersom man ikke vil see paa den Forskiel, som disse sidste kunne foraarsage udi Luften, og hvorledes dens elastiske Kræfter ved Varmen i adskillige Lav kunne forandres, men simpel hen antage, at alle Forandringer i Barometret have simpel hen deres Oprindelse af Forandringerne i den over Barometret liggende Luft-Stotte, regnet fra det Sted, Barometret er sat, indtil det øverste af Atmosphæren, da kan man i samme Hypothese bestemme, ved Hielp af Barometret, hvor høit Stederne paa Jorden ligge over Vand-Linien af Havet.

Thi det er klart, at jo høiere man stiger op efter, af destomindre Tyngde bliver Luft-Stotten, og at derfor Qvægsølvet i Barometret maa falde, uden at kunde paa Steder, der ligge høit over Havet, staae ligesaa høit, som paa de nedrige, der ligge strax ved dette sidstes Vand-Linie. Man beviser let, at om Tyngden og Varmen i Luftens Dele var den samme hele Atmosphæren op igiennem, da, naar Høi-

den

derne over Jorden voxe og tage til i arithmetisk Forhold, maatte Luften fortyndes og tabe af sine elastiske Kræfter i de dertil svarende Punkter, efter geometrisk Forhold (*). Saa at derfor og Høiderne af Qvegsølvet i samme Forhold formindskes. Eller, om Luftens Tykkelse i en vis Høide over Atmosphæren kaldes y, dennes Høide over Vand-Linien af Havet $= x$, da bliver $\text{Log.}\frac{1}{y} = \frac{x}{50194}$.

§. 73.

(*) Thi forestiller Ag Athmosphærens hele Høide fra Jordens nederste Flade her hos os indtil dens alleroverste, og AB Luftens Tykkelse neden ved Jorden, *ef* dens Tykkelse paa et hvert andet Sted over Jorden, hvor man vil, og den krumme Linie *hd*B den, hvis Ordinater ere som alle Tykkelserne hele Høiden gA op igiennem, da er *ef* proportionert *ge*, og AB proportionert gA, nemlig Tykkelserne antages som de sammentrykkende Tyngder, kaldes Ag, *a*, hvilken Tyngde altid er bekiendt af Barometret, AB, *b*; A*e*, *x*; *ef*, y; da er $b : a = y : eg$, eller Luftens Trykning udi $e = \frac{ay}{b}$.

Tages *cd* uendelig nær *ef*, saa Luftens Tykkelse udi Elementet *cdef* overalt er den samme, da bliver $cdef = ydx$, og Trykningen i *e*, som foraarsager Tykkelsen $ef = \int ydx$. Men denne Trykning er og $\frac{ay}{b}$, følgelig bliver $\frac{ay}{b} = \int ydx$, eller $-\frac{a}{b}dy$, eller $cdy = -ydx$. Elementet *dy* tages negtende, fordi naar *x* tager til, tager y af.

Da $cdy = -ydx$, saa bliver $\frac{cdy}{y} = -dx$, saa Linien *hd*B er en logarithmisk Linie, i hvilken $cLy = -x$, følgelig er *x* proportionert $\text{Log.}\frac{1}{y}$, og derfor tage Tykkelserne, følgelig og Luftens elastiske

§. 73.

Dersom denne Regel overalt hele Atmosphærens Høide igiennem traf ind med Erfaring, da var den overmaade nyttig, siden man da af Barometrets adskillige Høider altid kunde bestemme, hvor høit et Sted laae over Havets Vand-Linie; alene at det forud var bekiendt, til hvad Høide Barometret stod saavel paa det givne Sted, som paa Vand-Linien af Havet. Til al Uheld er det ikke, uden i smaa Høider, at denne Regel nogenlunde treffer ind, og siden i meget store, som nemlig overgaae 6000 Fod. I Mellem-Høiderne bedrager den.

I Høider over Havet, som ei overgaaer 1000 til 1100 Fod, treffer denne Regel temmelig vel ind med Erfaring, og siden i de, der ere større, end 6000 Fod, men ei i Mellem-Høiderne.

For Exempel. Man haver erfaret, at naar Barometret staaer over Havets Vand-Linie 28 Tommer høit, og Baro-

stiske Kræfter, af i geometrisk Forhold, imidlertid at Høiderne over Jorden voxe og tage til i Arithmetisk Forhold.

Den Forhold $\frac{a}{b}$ og c bestemmes let ved en given Erfaring. Saaledes haver man iagttaget, at i en Høide af 1070 Fod over Havet faldt Barometret $16\frac{1}{3}$ Linie, imidlertid at det til samme Tid paa Vand-Linien af Havet stod til den Høide af 28 Tommer $4\frac{2}{3}$ Linie. Da nu $a : b = gA : Ad$, saa er $a = 340\frac{2}{3}$ Linie, $b = 1.\ 340\frac{2}{3}$ Linie $- 16\frac{1}{3}$ Lin. $= 324\frac{1}{3}$ Linie, og $340\frac{2}{3} : 1 = 324\frac{1}{3} : y = 0.9520$, som er Luftens Tykkelse eller Elasticitet udi c.

Følgelig bliver i dette Tilfælde c Log. $0.9520 = -1070$, som efter de sædvanlige Logarithmer giver $c = 50194$, og Log. $\frac{1}{y} = \frac{x}{50194}$, som er den §. 72 anførte Regel.

man derpaa stiger med det 64 Fod i Høiden; da falder det om en Linie. For nu at see, om dette flyder ligeledes af vores foranforte Regel, ville vi agte, at om A forestiller et Punkt i Havets Vand-Linie, cA den søgte Høide, Luftens Tykkelse i A = 28 Tommer, eller 336, da bliver Tykkelsen eller Elasticiteten i $c = \frac{335}{336}$, og $\text{Log.}\frac{1}{y} = \text{L.}\frac{336}{335}$ = 0.0012945, som, multiplicert med 50194, giver, i Følge Reglen, den forlangte Høide Ac lidet mindre end 65 Fod, saa Reglen treffer meget godt ind med Erfaring.

Man haver ligeledes erfaret, at i en Høide af 1070 Fod var et Barometer, som stod 28 Tomme $4\frac{2}{3}$ Linie høit paa Havets Vand-Linie, faldet $16\frac{1}{3}$ Linie; eller det stod $324\frac{1}{3}$ Linie høit, folgelig var Luftens Tykkelse i denne Høide $= \frac{324\frac{1}{3}}{340\frac{2}{3}}$, og $\text{Log.}\frac{1}{y} = \text{Log.}\frac{340\frac{2}{3}}{324\frac{1}{3}}$, hvoraf videre findes $50194\ \text{Log.}\frac{340\frac{2}{3}}{324\frac{1}{3}} = 1070 = x$.

§. 74.

Det samme i den Hypothese, at Tyngden i Luftens Dele tager af efter Quadraten af Distancen

I Høider derimod, som overgaae 1000 til 1100 Fod, bedrager denne Regel anseelig, saa man derfor haver meent, det maatte komme deraf, at Tyngden i Luftens Dele tog af (*) efter Quadraten af Distancen forkeert. At Reglen

(*) I det Tilfælde, da man antager Tyngden i Luftens Dele at tage af efter Distancens Quadrat forkeert, da om, som for; Luftens Tykkelse i e kaldes

Reglen bedrager i større Distancer, kan let sees, thi i Følge den virkelige Maalning skal Bierget Clairet i Provence f. Ex. være 1662 Fod høit, da man ved Reglen ikke faaer uden 1300; ligeledes skal Puy de Dome i Clermont være 4860 Fod høit, hvilken Høide paa meer end 900 Fod nær, ei stemmer ind med Reglen. fra Jordens Center forkeert.

Imid-

---

kaldes y, Jordens Halv-Diametere, Atmosphæren ei iberegnet; Tyngdens Kraft strax oven over Jordens Skorpe $= g$, Ac, x, da bliver $(r+x)^2 : g = rr$: Tyngden i C $= \frac{rr}{(r+x)^2} g$, denne virkelige Tyngde i C multiplicert med Tykkelsen y, eller $\frac{r^2}{(r+x)^2} gy dx$ er Tyngden af det hele Element *ecdf*, og $\int \frac{rr}{(r+x)^2} gy dx = y$. Følgelig $\frac{rr}{(r+x)^2} g dx = -\frac{dy}{y}$, og Log. $y = \int \frac{rr}{(r+x)^2} g dx$, eller $\frac{rrg}{r+x} =$ Log. y.

Deraf sees, at Log. $y = \frac{1}{r+x}$. Følgelig, saafremt Distancerne, regnede fra Jordens Center, tages i harmonisk Progression, eller hvilket er det samme, de til dem svarende forkeert proportionerte i arithmetisk Fortgang; da blive de til samme Punkter svarende Trykkelser udi Luften altid i geometrisk Fortgang. Men at denne Luftens Formindskelse i Tyngde efter Quadraten af Distancen forkeert, ikke er betydelig, sees af de sidste Bugverske Forsøg, giorte med Barometret over Biergene i Peru, hvilke Forsøg ere indrykkede efter en Tabelle, meddeelt af Hr. Daniel Bernoulli i *Actis Helveticis* første og anden Deel, og af dem igien i Hamborger Magazins 17de Bind. Af disse Forsøg sees,

Imidlertid maa herved agtes, at de fleste af de Erfaringer, som vi have over Qvegsolvets Fald og Stigen i Barometret paa Biergene, langt fra ikke ere saa tilforladelige, som man maatte ønske, at de vare. Saaledes ere de Erfaringer høist adskillige, som man haver taget over de Høider, i hvilke Barometret falder om 1 Linie, fra Havets Vand-

at den forrige Regel gielder i store Distancer fra Jorden høit oppe i Luften, og at derfor Varmen i en Høide af meer end 1000 Fod over Havet i frie Luft maa overalt være den samme.

Ellers sees, at saa længe x er en meget liden Størrelse, i Henseende til r, bliver Log. $y = gx$. Følgelig bliver i denne Hypothese denne Lighed den samme, som den forrige, og derfor imellem begge ingen Forskiel, uden paa meget store Distancer over det øverste af Jordens yderste Skorpe.

Da de heraf flydende og af disse Grunde giorte Udregninger ikke stemme med Erfaring saaledes, som de burde, saa maa andre Aarsager have Sted, hvilke forandre Luftens Sammentrykkelse og Tyngdens Virkning i den øverste Luft. Til dem kunne henregnes det Tab i Tyngden, som alle Luft-Partiklerne giøre over Centrifugal-Farten, som kommer af Jordens daglige Omveltning, saavel som andre, os maaskee endnu til stor Deel ubekiendte; thi den Forandring i Tyngden, som kommer af Centrifugal-Farten, naar man endog paa den vilde stile Udregningerne, er ikke tilstrekkelig til, at give os en almindelig Regel eller Lighed, der i enkelte Tilfælde stemmer ind med de derover giorte Forsøg. Da det derfor er i deslige Tilfælde, at de almindelige Opløsninger kunde giøre Nytte, ville vi kortelig vise Maaden, at indrette Udregningerne paa i Almindelighed, da man snart ved en, snart ved en anden Hypothese over Tyngdens Love i Luft Partiklerne, i Henseende til Distancen; snart ved ligedanne Hypotheser over Tykkelsernes Aftagelse, eller ved alle begge tillige

Vand-Linie at regne. Forskiellen er ikke mindre, end fra 60 til 85⅓ Pariser Fod. Saa Barometrets Forandringer ere ligesaa stærke paa Biergene, som neden ved Jorden. Egentlig burde alle disse Jagttagelser have været giort i samme Høide over Havets Vand-Linie, og til en Tid, da Barometrets Høide over denne sidste var den samme. De faa

tillige kan sætte Forsøg paa, hvad for en af de adskillige antagne Hypotheser, der i alle enkelte Tilfælde best svarer til Erfaringerne, og med dem paa den nyeste og fuldkomneste Maade treffer ind. Thi at de elastiske Kræfter i Luft af samme Varme ere de trykkende Kræfter proportionerte, er en nødvendig Følge af den fuldkomne Elasticitets Natur, men deraf flyder ikke, at de elastiske Kræfter og ere simpel hen Tykkelserne proportionerte. Man kan derfor i denne sidste Henseende med Foie giøre adskillige Hypotheser.

Kaldes Distancen fra Jordens Center, eller fra Havets overste, x, ed, y, Kræfterne af Tyngden i et hvert Sted, som c, fx, eller en Funktion af x og bekiendte Størrelser, da bliver Trykningen af Tyngden i Elementet $cefd = fx.y.dx$. Kaldes Luftens elastiske Kraft udi c, p; da bliver $\int fx.y\,dx = p$, og $fx.y\,dx = -dp$, thi alt som x voxer, tager Trykningen af; følgelig bliver $fx.dx = -\frac{dp}{y}$.

Denne Lighed er almindelig for alle særlige Tilfælde, af hvilke sidste men kan bestemme ligesaa mange, som man selv vil, for Exempel, sættes $p = y^{\frac{1}{n}}$, og $fx = \frac{1}{x^m}$, saaes $-dp = \frac{1}{n} y^{\frac{1-n}{n}}\,dy$, og $-\frac{dx}{x^m} = \frac{1}{n} y^{\frac{1-2n}{n}}\,dy$; hvilken almindelige Tilfælde igien efter Behag kan opløses i andre.

1) Saa-

Erfaringer, som paa denne sidste Maade ere blevne giorte, vise vel, at den foranførte Regel ei træffer ind med Jagttagelserne, som den burde. Men de vise og, at paa et og det samme Sted i en og den samme Høide over Vand-Linien af Havet haver Barometret ei til alle Tider holdt den samme Høide. Man haver og iagttaget, at i Høider, som ei

---

1) Saaledes, om Tyngden er bestandig, bliver $m = 0$, $x^m = 1$, og $-dx = \frac{1}{n} y^{\frac{1-2n}{n}} dy$. Er desuden Tykkelsen den sammentrykkende Kraft proportionert, saaledes, som vi forhen have antaget den at være; da bliver $p = y$, og $n = 1$, følgelig $y^{-1} dy = -dx = \frac{dy}{y}$, eller for at forandre Proportionen til en Ligned $-cdx = \frac{dy}{y}$, eller $-cx - \text{Log. } y$, som er den første af de to foranførte Tilfælde.

2) Er, som før, Tykkelsen de sammentrykkende Kræfter proportionert, saa $n = 1$, og Tyngden ei bestandig, men i forkeert Forhold af Distancen, da bliver $\frac{dy}{y} = -\frac{dx}{x}$, eller $\frac{dy}{y} = -\frac{cdx}{x}$, og $\text{Log. } y = c \text{ Log. } \frac{1}{x}$.

3) Er atter igien $n = 1$, men $m = 2$, det er Tyngden forkeertvils proportionert Quadraten af Distancen, da faaes $\frac{dy}{y} = -\frac{cdx}{x^2}$ eller $\text{Log. } y = \frac{c}{x}$.

4) Si

ei overgaae 6000 Fod, staaer Qvegsølvet altid høiere i smalle Barometer-Rør, end i vide; saa man deraf seer, at vi endnu langt fra ikke have saa noie og saa overflødige Erfaringer, som der udfordres til at undersøge indtil paa hvad Distance i Atmosphæren, at Reglen treffer ind med Erfaring.

§. 75.

4) I Almindelighed, naar $\frac{-dx}{x^m} = \frac{1}{n} y^{\frac{1-2n}{n}} dy$, da bliver og $\frac{1}{1-n} y^{\frac{1-n}{n}} = \frac{1}{m-1} x^{1-m}$. Hvorved kan agtes, at vi i alle disse Opløsninger ingen bestandig Størrelse have lagt til, fordi naar $y = 0$, da bliver $x = \infty$, og $\frac{1}{m-1} x^{1-m} = 0$, saa tidt m er større end 1. Er $m = 1$, bliver $\text{Log. } y = c\,\text{Log.} \frac{1}{x}$, og $\text{Log.} \frac{1}{x} = \text{Log. } 0 = 0$. Er $m = 0$, bliver $cx = \text{Log.} \frac{1}{y}$, eller $\infty = \infty$, naar $x = \infty$ og $y = 0$, følgelig behøves ikke, at nogen bestandig Størrelse legges til.

Man kan paa samme Maade sætte for fx og p, hvad andre Forhold man vil, for af dem at finde nye Regler, og af disse igien at undersøge, hvad for nogle der best treffer ind med Erfaring. Det er i den Hypothese, at Tykkelserne ei ere de sammentrykkende Kræfter ganske proportionerte, at Hr. Sulser haver forferdiget sin Formul for Biergenes Høide at slutte af Barometret; den findes i *Actis Berolinensibus* for Aar 1753. Man finder og en meget artig Hypothese i Hr. Daniel Bernoulli Hydrodynamik Sect. 10. hvorved han haver stræbt at give en almindelig Formul for denne Sag. Men det er ikke uden en pur Hypothese, som ingenlunde stemmer med de virkelige Forsøg.

§. 75.

At de Feil og den Mangel, som forekomme i denne Regel, ei stort kunde blive afhiulpne ved de Forandringer, som flyde af den nye Betragtning, at Tyngden i Luftens Dele tager af efter Quadraten af Distancen forkeert, seer man deraf let, at den Forskiel, som denne sidste Tyngdens Lov skulde foraarsage, ikke kan yttre sig i hoi Grad kiendelig, uden paa meget anseelige Distancer fra Jorden, og følgelig langt fra ikke paa de, i hvilke den forhen givne Regel feiler, saa denne sidstes Ufuldkommenheder derved ei kunde afhielpes. Dog maa man tilstaae, at Forskiellen i Tyngdens Virkninger paa hoie Bierge og ved deres Rod er kiendelig Thi Hr. Condamine haver iagttaget, at i Qvito i Peru svingede et Pendul i 24 Timer 98740 Sving, men paa Bierget Pikincha strax ved og 4500 Fod hoiere, vare Svingene af det samme Pendul 98720 i samme Tid. Men alt dette uagtet, er Barometrets Stigen og Fald endnu ikke vel nok bekiendt, for at vi deraf skulde kunde slutte til Stedernes virkelige Hoide paa Jorden over Havet; skiont denne Sag fortiener overmaade at bringes til Fuldkommenhed, hvilket sidste ikke kan ventes, for flere og noiere Forsog af det foromtalte Slags med Flid ere blevne giorte.

Siette

Siette Forelæsning.

Om
Luftens Forandringer ved Varmen.
Om Thermometret og Pyrometret.

§. 76.

Efter det allerede sagte forandre Varme og Kuld Luftens Kræfter saa anseelig, at det ikke er mueligt at vide, hvad Virkning Luften ved sin Elasticite kan giore, med mindre man tillige veed, hvad Grad af Varme den haver. Da Varmen fortynder Luften, og saaledes gior en imodsat Virkning imod de sammentrykkende Kræfter, saa kan man fastsætte, at ligesom en dobbelt Tyngde indskrenker Luften i et dobbelt Rum, saa gior en dobbelt Varme tvertimod, at den udbreder sig over et dobbelt Rum. Hvorfor man kunde antage, at Graderne af Varmen ere de Rum ligefrem proportionerte, over hvilke den samme Luft udbreder sig, ligesom Tyngderne ere de Rum forkeert-viis proportionerte, udi hvilke Luften ved dem sammentrykkes. Saaledes er en almindelig Regel given, af hvilken Kræfterne i Luften under adskillige Grader af Varme kunde bestemmes, naar disse sidste vare bekiendte. Ligesom nemlig at de adskillige

Hvorledes Virkningerne af Varmen paa Luften kunde betragtes.

Grader af Tykkelse ere i den samme Luft de sammentrykkende Kræfter proportionerte, saa blive og den samme Lufts adskillige Fortyndelser Graderne af Varmen, eller de fortyndende (dilaterende) Kræfter proportionerte.

§. 77.

Thermometret beskrives, og først det Drebbelske eller ældste; siden det Florentinske.

Thermometret er det bekiendte Instrument, hvorved man haver søgt at giøre sig Graderne af Varme og Kuld udi Luften bekiendte. En Hollandsk Bonde, ved Navn Drebbel, var den første, som faldt paa at indrette et ved Luften selv. Det bestod (Taf. I. Fig. 12.) af et Glas-Rør AB, med en Kugle C i den ene Ende. Den anden og aabne derimod var sunket ned i et Kar B, tildeels fyldt med farvet Vand. For i Veien var Luften fortyndet ved Varmen udi CAB. Følgelig, saasnart som Luften i AB blev koldere, maatte Vandet stige ved den ydere Lufts Trykning, og igien falde, alt som denne Luft blev varmere eller koldere. De adskillige Forandringer bleve tilkiendegivne ved en i lige Dele inddeelt Scala. Men iblant mange Feil ere i dette Thermometer den anseeligste, at Vandet ei alene stiger og falder ved Varme og Kuld, men endog ved Luftens Tyngde, saa det kan stige og falde af andre Aarsager, end af Varme og Kuld alene, hvilket dog et Thermometer ikke bør.

Det Florentinske Akademie del Cimento forbedrede det Drebbelske Instrument, ved at sætte det ud af al Sammenhæng med Luften. Skiønt Luften var unegtelig et uligе meer dilatable flydende, end alle andre, saa kunde man

dog

dog af den nylig omtalte Aarsag ikke betiene sig af den. Men da alle flydende Materier ved smaa Grader af tilvoxende Varme anseelig brede sig ud, og ligeledes ved aftagende trekke sig igien sammen, saa saae man strax, at de vare til et Thermometer tienligere, end Luften selv, om de ikke let bleve til Jis, og heller ikke ved smaa Grader af Varme opløste sig i Dunster, eller bleve kaagende. Man holdt den af dem, som mest lod sig udbrede, og mest igien trak sig sammen, for den bequemmeste. Det Florentinske Thermometer (Taf. I. Fig. 18.) blev og derfor giort af Spiritus vini. Det bestaaer af et Ror A, med Kugle B neden til, hvilken, saavel som en Deel af Roret, Fierde-Delen BC for Ex., i en temperert Luft bliver fyldt med Spiritus. Roret er lukt hermetisk udi A, og det bor være Luft-frie, thi ellers staaer den Luft i Roret, som sammentrykkes, det Flydendes Stigning imod, og gior at samme synker, om Luften i Roret selv blev varmere. Fra C af lagde man en graduert Scala, med opstigende Grader over Temperert i CA, og nedstigende Grader for Kulden under Temperert i CB. Graderne af Inddeelningen begyndte nederst fra Kuglen.

Denne Forbedring var anseelig, alene Varme og Kuld, og ikke Luftens Tyngde, forandrede Instrumentet. Men da al Forbedring gaaer Grad-viis fort, saa fandt man snart, at det ikke var uden paa en høist ufuldkommen Maade, at man af dette Instrument kunde slutte paa Graderne af Varme og Kuld. Man saae vel, at Luften blev var-

mere og koldere, men ikke i hvad Grad. Man havde i dette Instrument intet fast og bekiendt Punkt at regne fra, thi det Punkt man kaldte temperert, og hvorfra Regningen begyndte, var uden vist Maal antaget simpel hen efter sandselig Folelse. Inddeelningen paa Grad-Linien viiste ikke engang, om hvad Deel af den hele Indhold, at det Flydende havde bredet sig ud. Folgelig kunde man ved dette Thermometer, endog naar det var Luft-frie, ikke bestemme, naar Varme og Kuld vare paa adskillige Steder i Verden de samme. Thi dertil maa man antage, at naar den flydende Materie i adskillige Thermometrer er af samme indvortes Beskaffenhed, at da de Grader af Varme ere de samme, under hvilke de brede sig ud om den samme Deel af deres hele Indhold, og ligeledes de Grader af Kuld de samme, under hvilke de trekke sig sammen om lige store Dele af det Hele.

§. 78.

Thermometrerne indrettes best efter de faste Punkter af Jis, som vil smelte, og sødt Vand, som kaager, da siden en Mængde af andre Punkter kunne legges ind paa Thermometret ved Hielp af dem.

Disse Hoved-Feil fandt man dog snart Middel til at hielpe. Man iagttog, at i et Thermometer steeg det Flydende til alle Tider og paa alle Steder til samme Høide i Roret, naar det blev sat i reent sødt Vand, som begyndte at fryse, eller i Jis og Snee, som var færdig til at smelte. Dette Punkt paa Thermometret er og virkelig saa uforanderligt under alle adskillige Forsøg, saa man af intet andet kan bedre betiene sig, for fra det af at begynde Inddeelningen af Graderne til Varme op efter, og for Kulden ned efter.

efter. Thi endskiont man ligeledes, efter Mr. Amontons første Forsøg, finder, at reent sødt kaagende Vand heller ikke tager uden en vis Varme til sig, saa er det dog ikke, uden paa det nærmeste, at dette Punkt er et fast Punkt, fordi at, efter Fahrenheit, man idelig haver erfaret, at det kaagende Vand blev lidet varmere, naar Barometret stod høit og Luften var tung, end naar denne var lettere og Barometret stod lavt. Saaledes maa man tillige anmerke Barometrets Høide, naar man vil anseе det Punkt af kaagende Vand, som et fast Punkt. Man bestemmer ellers let disse to Punkter paa Thermometret, ved at dekke Kuglen og en Deel af Roret først til med Jis eller Snee, som begynder at smelte. Naar det Flydende deri ikke meer falder, tegner man paa Glasset det Punkt af første Kulde, og siden paa Skalen eller Grad-Linien. Derpaa varmer man først Kuglen med Haanden, holder den siden over Eemen af kaagende Vand, og sætter endelig i dette sidste Kuglen med en Deel af Roret, naar det flydende i Thermometret ikke meer stiger, merker man, som før, det Punkt af kaagende Vand. Man kan endnu regne det tredie faste Punkt. I en anseelig Dybde neden under Jorden, i meget dybe Kieldere staaer Thermometret mestendeels uden Forandring til samme Høide, i det mindste ere Forandringerne ikke uden meget smaa. Dette Punkt er det, som man betegner paa Thermometrerne med Navn af Temperert. Men af alle tre er det første unegtelig det beste og bestandigste. Man legger foruden dem andre ind paa Thermometrerne, for Ex-

den storste Varme, som findes saa omtrent paa de varmeste Steder af et frisk Menneskes Legeme, og ligeledes af en Persons, der ligger i hidsig Feber. Den Grad af Varme, under hvilken Silke-Ormene sædvanlig bryde ud. De merkeligste Udbredelser ved Varmen og Sammentrekkelser af Kulden, som paa visse Steder i meget hede og kolde Dage visse Aar have troffet ind, o. s. v. Man seer let, at deslige Anmerkninger kunde have anseelig Nytte i Huusholdning, i Medicin og Physik. Ligesom man og i Almindelighed forstaaer, at et Thermometer, inddeelt efter Graderne af frysende og kaagende Vand, kan tilkiendegive alle Mellem-Grader af Varme i Tingene. Kommer man Kuglen i kaagende Qvegsolv, da stiger det Flydende ulige høiere, end ved kaagende Vand. Men Thermometrer med Viin-Geist kunde ei tilkiendegive denne Grad; thi Spiritus kaager længe for Qvegsolvet. Da Qvegsolv breder sig mindre ud, saa er den tienligere til at tilkiendegive saa store Grader af Varmen. Efterdi man veed ved Kunst at giore Kulden meget skarp, saa betiener man sig af disse Kunst-Greb, for at legge de store Grader af Kulde ind paa Thermometrets Grad-Linie. Saaledes foraarsager Jis, blandet med Salt, en anseelig Grad af Kuld, og at Thermometret falder dybt under Jis-Punkten. I sær falder det anseeligt, om Isen blandes med Salmiak, og endnu meget dybere, om det sættes i Snee, og paa Sneen oses Spiritus Nitri. Men i hvor anseelig at end denne Kulde er, fryser dog i den Viin-Spiritus ikke.

§. 79.

§. 79.

Det Reaumurske og Fahrenheitske Thermometer forklares.

Dette er det fornemmeste, som fortiener at iagttages, i Henseende til de faste Punkter, hvorfra man regner paa Thermometret, saavelsom andre merkelige. Desuagtet behøves endnu i Thermometrer, som skulle tiene til at sammenligne Graderne paa adskillige Steder i Verden, og som følgelig, om de sættes sammen, under samme Omstændigheder uforanderlig skulle vise paa de samme Inddeelnings Punkter, at alle Inddeelningerne tilkiendegiver visse givne Dele, for Ex. tusende Dele af den hele det Flydendes Indhold i Kuglen og Røret. Da det Flydende under adskillige Grader af Varme og Kuld indtager nu et større nu et mindre Rum, saa maa allerførst bestemmes, hvad den hele Indhold af det er under en fast og vis bekiendt Grad af Varme, som den i smeltende Jis eller kaagende Vand. De Reaumurske Thermometrer regne heri af oven forklarte Aarsager fra Jis-Punktet af. Paa det at Thermometret kan faae en anstændig Længde, staaer i dem Jis-Punktet omtrent op paa Røret om $\frac{1}{3}$, og ved det 0°. Alle Inddeelnings-Punkterne over og under denne Grad tilkiendegive tusende Dele af den hele det Flydendes Indhold under 0°. Hr. Reaumur betiener sig i denne Henseende af meget smaa Glas-Maal, hvorved han maaler saavel Kuglen, som Røret, paa det nærmeste ud efter lige Dele. Hans Maade er lidt meisom, men deri ypperlig, at om lige Dele Viingeist blive i Glasset ulige, blive Delene og ulige paa Grad-Linien, men lige i Henseende til det Flydendes Udbredelser. Med denne Forbedring er det unegteligt, at man kan temmelig nøie tilkiendegive lige Grader

(*) See *Memoires de l'Academie des Sciences* Année 1730.

Grader af Varme hele Verden over. Man kunde bestemme Forholden imellem adskillige, dersom det kunde sættes som nøie sandt, at Udbredelserne af det Flydende i Thermometret vare Graderne af Varmen nøie proportionerte. Men dette sidste er net op urigtigt. Følgelig tiener Thermometret i denne Henseende ikke.

Man maa tillige agte, at om adskillige deslige Thermometrer skulle stemme i alle Grader med hverandre, maa til dem alle tages et ensdan flydende, som under alle adskillige Grader udbreder og sammentrekker sig i alle ensdan, og, om mueligt, et saadant, som overalt kan haves. Den gemeene Viin-Geist, som i kaagende Vand rummer 1080 imod 1000 i Jis, paastaaer man, haver denne Egenskab. I dette Thermometer falder derfor Punktet af kaagende Vand om 80° over Jis-Punktet. Det af Temperaturen om $10\frac{1}{4}$° over samme. Vil man have Thermometret Luftfrie, maa man først ved Varmen jage Luften ud af Viin-Geisten, ellers splitter den sig. Uagtet at Luften er ude, bliver dette Flydende dog lige bevægeligt i at udbrede sig, og i at trekke sig sammen. Men uagtet disse store Forbedringer, sætter man endnu ud paa disse Thermometrer, at de ei kunde vise anseelige Grader af Varme, fordi Spiritus saa hastig kaager, at den under adskillige Grader af Hede og Kuld udbreder sig meget ulige og endelig, hvilket af andre dog negtes; at Viin-Geisten taber med Tidens Længde sin Udbredelses-Kraft. Uden tillige at tale om de Feil, som kunne forekastes alle Thermometrer, at nemlig Glasset trekker sig sammen i Kuld, og derved hindrer Faldet, da det derimod udvider sig ved Varmen, og saaledes formindsker Stigningen.

Af disse Aarsager haver man giort Brug af Thermometer med Qvegsølv, efter Fahrenheits Exempel. I den Anledning maa agtes, at Qvegsølvet langt fra ikke udbreder sig saa meget, som Viin-Spiritus, thi imod at denne fra Jis-Punktet til det af kaagende Vand udbreder sig om $\frac{80}{1000}$ Dele, udbreder sig derimod ikke Qvegsølv om meer end $\frac{14}{1000}$ Dele. Derimod kan Rørene til Qvegsølv-Thermometer tages meget finere, end til Viin-Spiritus, og disse saaledes derved gjøres, i Henseende til Udbredelsen, kiendeligere. Desuden haver Qvegsølvet det frem for Viin-Spiritus, at det ulige hastigere yttrer sine Forandringer. Saaledes bruger Qvegsølvet ikke uden 15 Sekunder, for at naae sin største Udbredelse; Viin-Geisten derimod omtrent et Minut og 22 Sekunder. I en Mængde Forsøg er dette af betydelig Vigtighed, at Thermometret er let bevægeligt. Da dertil endnu kommer, at man ved Qvegsølv-Thermometrerne kan maale store Grader af Varmen, saa er det ikke uden Føie, at man i en Mængde Tilfælde giver dem Fortrinet for de andre, allermest da Qvegsølvet i Tidens Længde ei forandrer sin Udbredelses-Kraft.

I de Fahrenheitske Thermometrer, med reent og tørt Qvegsølv og uden Luft, begynder 0° ved Salmiak-Kulden, hvorfra til Jis-Punkten falde 32°, eller lige Dele, men imellem Jis-Punktet og kaagende Vand 180°. Saa at Graden af kaagende Vand tilkiendegives ved 212°. Man giver Kuglens Indhold en vis Forhold til Rørets; gemeenlig foreskrives den af 11124 til 670, for at give Thermometret en bequem Længde. Er ellers en saadan bestemt Forhold sat, da maa alle efter den giorte Thermometrer nødvendig, under de samme Omstændigheder vise den

samme Grad af Varme og Kuld, og saaledes være overeenstemmende (*).

§. 80.

(*) Da Fahrenheit ikke saa nøie bekymrer sig om, at Røret heelt igiennem er lige, og hos ham Inddeelningen heller ikke er given i visse Dele af Qvegsølvets hele Indhold, saa ere de af Delisle i de Henseende noget nøiere. I disse veies først Thermometer-Røret med Kuglen, og ved en liden Cylinder Qvegsølv, som man lader løbe langs hen efter Røret, og overalt maaler, undersøger man, om Røret er overalt af samme Vidde, og iagttager Ulighederne, for derefter at rette sig i Inddeelningen. Er Røret, som det bør være, sættes det, fyldt med reent og tørt Qvegsølv, i en kold Luft. Qvegsølvet i Røret veies nøie. Derpaa sættes Thermometret i kaagende Vand, det Qvegsølv, som da flyder ud, veies ligeledes nøie. Saaledes er hele Thermometrets Indhold som hele Vegten af Qvegsølvet. Sættes det derpaa i Jis, som er paa Veie til at smelte, da det trekker sig sammen, saa er den Deel af den hele Indhold, om hvilken det imellem disse to Punkter trekker sig sammen, som Vegten af det udflødte Qvegsølv; følgelig er Forholden imellem Rørets Indhold og den Deel af det, som ligger imellem Jis-Punktet og det af kaagende Vand, bekiendt. Men Rørets hele Indhold er og som den Deel Qvegsølv, der virkelig blev tilbage i Røret, naar nemlig Qvegsølvet haver faaet sin største Udbredelse ved Varmen. Følgelig, om denne sættes 1000, da findes i deslige Dele den hele Distance øverst fra Røret af ned til Jis-Punktet. Saaledes give Graderne af Inddeelningen tilkiende, om hvor mange Dele af den hele forommeldte Udbredelse at Qvegsølvet under en vis Grad af Varme haver trukket sig sammen, saa at derfor alle Grader af Varme under kaagende Vand ansees som Grader af Kulde. Derfor staaer ved kaagende Vand 0°, og de øvrige Inddeelninger gaae derpaa i et fort langs ned efter Grad-Linien. Det Delisliske Thermometer er saaledes i Maaden at tælle det Reaumurske imodsat. Foruden disse Thermometrer ere endnu andre blevne bekiendtgiorte, men som intet betydeligt have, hvorfor de skulde særlig erindres.

§. 80.

Uagtet alle disse Forbedringer, vise Thermometrerne endnu ikke Graderne af Varme og Kuld efter tydelig Forhold, men alene at de i et Tilfælde ere større eller mindre, end i et andet. Ikke destomindre kan man temmelig nøie nærme sig til at finde Graderne af Varmen i tydelig Maal, efter det i §. 52 allerede forklarte. Thi naar Luften bestandig holdes til den samme Tykkelse, blive dens Kræfter af Elasticiteten, følgelig og Graderne af Varmen, som foraarsage dem de Høider proportionerte, til hvilke Qvegsølvet ved dem løftes. Sættes derfor dette Instrument i flydende Materier af adskillig Varme, og et vel indrettet Thermometer tillige med, da vise Høiderne af Qvegsølvet de Grader af Varmen, som svare til adskillige Grader paa Thermometret. Dog bør disse Forsøg gjøres til Tider, da Barometret haver samme Høide, som den Tid, da Luften blev indsluttet i Glasset AD (Taf. I. Fig. 13.), eller og; man maa regne fra, eller legge til Høiderne af Qvegsølvet, hvad Barometret staaer høiere eller lavere til den Tid, da Forsøget gjøres.

§. 81.

Det samme endnu anderledes.

Man kan endnu paa en anden Maade (*) sammenligne det Flydendes Forandringer i Thermometret med Graderne af Varme og Kuld, saa at de ene af de andre tydelig kunne forstaaes. Grunden dertil er kortelig denne. Saa tidt

(*) Den er meget vel udført af Hr. Sulser i *Memoire de l'Acad. des Sciences de Berlin.* Année 1753.

tidt som i et Kar er en vis Deel Luft, og af-samme noget drives ud ved Varmen, da bliver Fortyndelsen Rummet af Udbredelsen proportionert, følgelig og Summen af det Rum, udi hvilket den ufortyndede Luft var indsluttet, og af det Rum, som er blevet indtaget af den uddrevne Luft; da derfor Varmen kan antages, som at være Fortyndelsen proportionert, saa forholder den sig og som Summen af disse to Rum.

Dette forudsat; kommer alt an paa at finde til et givet Rør den udjagede Mængde Luft, naar Varmen i Luften i Røret er den samme, som den en vis Grad af Thermometret viser. Dertil behøves intet andet, end at endevende Røret AB (Taf. I. Fig. 19.), som i A er lukt, i B aabent, og at synke AB ned i Vand af en vis given og ved Thermometret bekiendt Grad af Varme, indtil at Luften i AB haver antaget denne Grad. Derpaa holder man Fingeren for Aabningen B, og synker Glasset med Enden B ned i Vand, som haver den samme Grad af Varme, hvilken Luften for havde, da man begyndte Forsøget. Den hele Høide BC, om hvilken Vandet kan stige i Røret AB, er det Rum, af hvilket Luften er blevet jaget ud. Følgelig er saavel AB, som BC, bekiendt, og Graden af Varmen er proportionert AB + BC. Man haver paa denne Maade fundet (*), at for hver Grad, Thermometret steeg, omtrent lige store Mængder af Luft bleve udjagede, saa at de Rum,

(*) Hales anførte Sted.

Rum, som BC, voxte til og toge af nogenlunde efter arithmetisk Forhold, saaledes, at om man satte Luftens Masse i AB = 1, naar den havde den Tykkelse eller Varme i sig, som svarede til den 32° af Thermometret, da kunde siden for enhver af de ovrige Grader legges noget nesten $\frac{26}{1000}$ Dele til, saa man saaledes fik

Til Graderne af Thermometret,	Følgende Grader af Varme,
100°	1. 1768
90°	1. 1508
80°	1. 1248
70°	1. 0988
60°	1. 0728
50°	1. 0468
40°	1. 0208
30°	0. 9948 o. s. v.

§. 82.

Uagtet at ved Qvegsolv-Thermometrerne anseelige Grader af Varme og Kuld kunne maales, saa kunde dog de større og anseeligere, de nemlig, som ere i meget hede og gloende Metaller, ved dem ikke findes. Man betiener sig dertil af et andet Slags Thermometrer, hvilke ved de faste Tings Udbredelse og Sammentrekning vise Graderne af Varmen, ligesom de forrige viste samme ved et Flydendes Udbredelser. Man kalder disse sidste Instrumenter Pirometrer, hvoraf vi her ville beskrive kortelig det Muschenbroekske (*), Beskrivning af Pirometrerne.

(*) See *Tentam. Acad. del Cimento* ved Muschenbroek. De smaa Forbedringer, som Desaguliers haver giort i dette Instrument, i sær for at forringe Friktionen, kunne eftersiaaes i hans Physik Lect. V. i Anmerkn.

som det beste. Det vises fra to Sider i Taf. I. Fig 20, 21, skiont efter adskillig Maale-Stok, og de samme Dele ere betegnede med samme Bogstaver. Hele Instrumentet er af Metal. A er (Fig. 20.) en plat Fod med 2 Opstandere B. C er en Kasse, der tiener som Lempe, *d* ere Bomulds-Veger, af hvilke man kan tende faa eller mange, eftersom man vil giore Ilden stærkere eller svagere. E forestiller en af Metal-Stængerne, som ved Varmen skal udbrede sig, den kan tages af og legges ind efter Behag, dertil er giort et Indsnit i F, hvori Stangen E med en Ende, smallere end Resten, ligger ind, i G legges den ligeledes med en meget spits Ende ind i det Stykke H, og i den anden Ende af H hefter, ved Hielp af en Skrue, en Metal-Stang I, forsynet med en Mængde fine Tænder, som sees i K. Stangen I kan glide frem og tilbage imellem de Stykker *a*, af hvilke den holdes, som Fig. 21 viser. Alt som Stangen I skyder sig frem, gribe Takkerne *k* ind i Driften *n*, paa hvis Axel Hiulet o er anlagt, hvis Takker gribe igien ind i Driften *p*, til Enden af hvis Axel udi *q* Viseren N*t* er foiet. Saaledes, naar Stangen I skyder sig frem efter, maa tillige begge Drifterne, med Hiulet o og Viseren N*t* bevæge sig om. Viseren bevæges over en Plade NL, inddeelt i 300 lige Dele over Peripherien. Under den ligger endnu en anden Metal-Plade M, til Styrke for Instrumentet, hvis ovrige Beskaffenhed ved forste Diekast af Figurerne forstaaes. Proportionen imellem Takkerne *k*, saavelsom Drifternes og Hiulets, er den, at naar I skyder sig fort om $\frac{1}{12500}$

af

af en Tomme, da bevæges Viseren derved fort om en Grad, saa at saaledes de allermindste Forandringer i Metallernes Rekning af Varmen ved dette Instrument kunde beregnes.

§. 83.

Metallernes Rekning er i sær betydelig i Pendul-Uhrene, da Pendulets Længde derved forandres og forkortes. Man haver derfor af de ovenanførte Grunde stræbt at bringe disse vigtige Machiner til den yderste Grad af Fuldkommenhed, ved at sammensætte Pendulet af Materier, paa hvilke Varme og Kuld havde den Indflydelse, at ligesaa meget som deres Virkning bragte Svingets Center paa en Maade til at falde, ligesaa meget skulde den igien paa en anden forvolde, at det steeg tvertimod; saa at det ved deslige lige store Stigninger og Fald altid uden Forandring maatte blive paa et og det samme Sted, og Uhret derfor intet lide af Luften i disse Henseender. Den bekiendte Engelske Konstner Graham (*) betiente sig dertil, i Steden for det sædvanlige Lod i Enden af Pendulerne, af en Kugle eller et Kar med Qvegsølv. Da paa den ene Side, fordi Pendulet blev længere ved Varmen, Svingets Center maatte falde, men paa den anden derimod stige, saasnart som ved den samme Varme Qvegsølvet udbredede sig i Kuglen eller Karret, saa kunde disse to adskillige Aarsager saaledes sættes hverandre imod, at den hele Forandring i Svingets Centers Bevægelse blev intet. Men en i Brugen endnu lettere anvendelig Maade synes den at være, som forevises i Taf. I. Fig. 22. ofg er et Pendul, hvis Henge-Punkt eller Bevæ-

(*) See Philos. Transact. No. 392.

Bevægelses Center er i o. At dette Center skal kunde blive bevægeligt, er i BN giort et Parallelogram af fire Messing-Stænger, saaledes, at de to Vertikale ere meget tynde elastiske Lameller. Pendulet selv, som henger i dette Futeral, er af Jern. BN henger igien fast i en Jern-Traad *de*, hvilken i *d* henger fast med en Messing-Cylinder AB, som staaer paa et Stykke Bret NC, der er feiet ubevægelig fast til Uhret, imidlertid at Parallelogrammet NB simpel hen kan glide op og ned i en Skure udi C. Man veed af de desangaaende Forseg, at ved den samme Varme forlænges Stænger af Jern og Messing i den Forhold af 3 : 5. Derfor gieres AN : *dg* i den Forhold 5 : 3, hvorved skeer, at saa snart som ved Varmen Stangen *f* bliver længere, bliver ligeledes AB længere. Det første gier, at Svingets Center kommer længere bort fra Henge-Punktet o; det sidste, at Henge-Punktet o trekkes heiere op efter. Følgelig maa paa denne Maade det simple Penduls absolute Længde endnu under disse imodsatte Forandringer kunde blive uforandret (*).

§. 84.

Ligesom Metallerne lade sig rekke ved Varmen, forandre Snorer, Tou, Træe-Stænger og en Mængde andre Ting sig ligeledes i Længden ved en større og mindre Grad af Fugtighed, i Henseende til hvilken de ere at anse som Svampe,

(*) Foruden denne Maade, opfundet af Julien le Roi, haver man endnu en anden af Ellicot, som kan sees i Nollets *Leçons de Physique Exper.* Tome IV. Leçon. XIV.

Svampe, der trekke Fugtigheden til sig og igien taber den. Alle Slags Snore forkortes ved Fugtigheden, og forlænges igien, naar de blive tørre, endskiønt de ikke tage altid net op den samme Længde igien. Beskaffenheden af Lær, Tarme og Remmer er tvertimod. Den Kraft i at løfte, som Snorene yttre, naar de overslaaes med Vand, er høist besynderlig. Om Snoren end, da den var tør, havde været belæsset med mange tusende Pund, snoer den sig dog desuagtet stærkere sammen, saasnart den vædes, og løfter Tyngden, i hvor anseelig den end er, udi Veiret.

Ved Fugtigheden qviller Træet ud med mægtige Kræfter, og man gior deraf en mekanisk Brug i Steen-Gruberne, for at sprenge Stenen. Omkring det Stykke Steen nemlig, som man vil sprenge, hugger man rings om en Mængde Huller, Hul hos Hul, i hvilke meget tørre Træe-Kiler bankes ind. Disse Kiler blive derpaa igien anfugtede med Vand, hvoraf Virkningen noget efter bliver saa voldsom, at Stenen sprenges ud fra den øvrige Klippe.

§. 85.

Den simple Fugtighed i Luften forandrer i disse Henseende ligeledes Tingene. Man haver deraf vildet betiene sig, for at maale Graderne af Fugtigheden udi Luften, men vi ville saa meget mindre længe opholde os ved disse Instrumenters Beskrivning, som de i sig ere ufuldkomnere til, og ikke give et tydeligt Maal paa Fugtigheden. Imidlertid forstaaes disse Instrumenter let. A for Ex. er (Taf. II.

Fig. 13.) en Nagle, fra hvilken omkring nogle Tridser gaaer en Hampe- eller Tarme-Snor, i hvis Ende henger en Tyngde C, med Visere D, hvilken bevæger sig, alt som Snoren trekker sig sammen og igien bliver længere, op efter et Bret EF, som er deelt i lige Dele, af hvis Mængde op imod E, eller ned imod F, som Tyngden beskriver, man kan slutte sig til Graden af Fugtigheden udi Luften.

Paa samme Princip grunder sig følgende. B er (Taf. II. Fig. 14.) en Snor, hengt fast ved en Navle udi A. I Enden af den henger en Tyngde T med Visere C, under den ligger en Cirkel, inddeelt i Grader eller lige Dele. Alt som Snoren bliver fugtigere eller tørrere til, løber Viseren meer og meer rundt om frem ad eller tilbage. Af de Graders Antal, Viseren viser, kan Omløbets Størrelse sluttes. Man gior disse Instrumenter endnu paa andre Maader.

§. 86.

Luftens Tykkelser og Fortyndelser rette sig ikke efter deres elastiske Kræfter, disse sidste kunde til adskillige Tykkelser i Luften under adskillige Grader af Varme og Kuld være de samme, som for sagt. Ligeledes rette de sig heller ikke efter Atmosphærens Tyngde; skiønt Barometret staaer til samme Høide, kan Tykkelsen og Fortyndelsen af Luften dog være meget adskillig. Man behøver derfor et eget Instrument til at maale Tykkelserne af Luften, hvilket man kalder Manometret. Det beste af alle hidtil opfundne forevises Taf. II. Fig. 15. Paa en overmaade let bevægelig og

noie

noie visende Vegt henger en Halv-Kugle A, som Luften er pumpet ud af, og et tungt Lod B, hvilke sættes paa den Tid, da Instrumentet forfærdiges, i Ligevegt med hverandre. Jo større og lettere Kuglen A er, jo mindre og tungere derimod at B er, desto bedre ere de begge skikkede til at maale Luftens Forandringer i Tykkelse. Thi man seer strax, at saasnart som Luften bliver tykkere, maa A tabe meer af sin Tyngde, og B overveie den. Bliver den derimod tyndere, vinder A i Tyngde. Er da B meget tung og liden, saa dens Tilvext og Tab udi Tyngde ved disse Forandringer udi Luften kan ansees som intet; da viser en større eller mindre Vinkel-Bevægelse udi Tungen af Vegten, hvad Luften er blevet tykkere eller tyndere. Man gior denne Vinkel-Bevægelse kiendelig ved en Bue, inddeelt udi Grader, som Tungen af Vegten spiller hen over. Det Punkt, som viser Ligevegten til det Øieblik, da Instrumentet forfærdiges, betegnes ved ○. For at legge de andre Inddeelnings-Punkter ind paa Buen, gior man best i at formere Tyngden først af Kuglen i A, siden af Blye-Loddet i B, med et Gran efter det andet, og ved et hvert af den at tegne skarp paa Quadranten de Punkter, som Tungen da viser. Thi Forskiellene imellem Tykkelserne af Luften i det Øieblik, da Instrumentet blev giort, og til et hvert andet siden i Tiden, ere da udi Gran som de Tal, Tungen viser. Man behover derfor at vide meget noie Luftens Tyngde under det sphæriske Volumen eller Omsvob A til den Tid, da Instrumentet blev giort, for siden til alle andre at kunde vide Tykkel-

sen. Man haver foruden dette her anførte, bragt endnu andre i Forslag, men slettere og urigtigere (*), saa vi ved deres Beskrivning ei vilde opholde os. Betiener man sig ved det her beskrevne af den hydrostatiske Vegt, §. 154 Stat. F., da kan ved dette Instrument meget smaa Forskiel udi Luftens Tykkelser tilkiendegives. Henger man i A, i Steden for Kuglen, en Svamp, da bliver dette Instrument derved et Hygrometer.

§. 87.

Vi have i det forrige talt om den Neutonske Hypothese om Lusten, vi ville slutte denne Forelæsning med at forklare den nærmere. Neuton betragter Luft-Partiklerne som de, der bestandig drive hinanden fra sig, eller som de, der med visse Centrifugal Kræfter søge at undvige, og med dem stræbe at drive alt det for sig, som staaer dem imod.

Er da (Taf. I. Fig. 23.) ABHED et prismatisk Kar, i hvilket at Luften sammentrykkes til i det Rum HGICB, og Luft Partiklerne betragtes som sphæriske og uendelig smaa. Da om EH = A, GH = *a*, bliver Distancen imellem Partiklernes Centrer i ABHED til Distancen imellem samme Centrer udi HGICB = A : *a*. Sættes videre Centrifugal-Kræfterne at være forkeert som den Heide *m* af Distancen i enhver Partikel, da bliver de hele Kræfter, hvormed Deklerne DEFA og GICL drives op efter, som Kræfterne i enhver

(*) See *Memoires de l'Acad. Rojal des Sciences* Année 1705. *Memoire de Mr. Varignon*, og Chr. Wolf nützl. Versuche 2ter Theil, Kap. IV.

(**) *Philosophiæ Natural. princip. Mathemat.* Libr. II. Propos. XXIII.

i enhver Partikel i sær, multiplicert med Partiklernes Mængde i begge Tilfælde, men Kraften i enhver Partikel er i EDAF, i Følge Hypothesen, som a^m, i GICL som A^m, og Partiklernes Mængde, der trykke Bunden EDFA, er til den Mængde, der trykker GICL, $= a^2 : A^2$. Følgelig bliver den hele Trykning over EDFA til den hele Trykning over GICL $= a^{m+2} : A^{m+2}$. Følgelig, om de Tyngder, hvilke paa begge Sider skulle holde imod, ere p og P, bliver $p : P = a^{m+2} : A^{m+2}$.

Men Luftens Tykkelse i EB er til den i GB som $a^3 : A^3$, kaldes den første Tykkelse d, den anden D, da bliver $d = a^3$, og $\sqrt[3]{d} = a$, $D = A^3$, og $\sqrt[3]{D} = A$. Sættes disse sidste Størrelser, i Steden for a og A, i den Forhold $p : P = a^{m+2} : A^{m+2}$,

da bliver $p : P = d^{\frac{m+2}{3}} : D^{\frac{m+2}{3}}$.

Første Tilfælde. Sættes $m = 1$, bliver $p : P = d : D$, saa man seer, at saa tidt som de Kræfter, hvormed Luftens Dele søge at drive hinanden fra sig, vare som Distancen forkeert, bleve de trykkende Tyngder Tykkelserne proportionerte. Hvilket er paa det nærmeste den hos os værende Lufts egentlige Egenskab, hvorved den synes at kunde skilles fra alle andre elastiske Materier.

Anden Tilfælde. Er $m = 2$, eller de Kræfter, hvormed Luft-Partiklerne søge at drive hverandre fra sig, som Quadraten af Distancen forkeert, da bliver $p : P = \sqrt[3]{d^4} : \sqrt[3]{D^4}$ og saa videre i andre Tilfælde.

§. 88.

Man kan ligeledes bevise, at saa tidt som de sammentrykkende Kræfter forholde sig som $d^{\frac{m+2}{3}} : D^{\frac{m+2}{3}}$, blive Centrifugal-Kræfterne udi Luft-Delene, som den Høide m af Distancerne forkeert tagne.

Thi $p : P = d^{\frac{m+2}{3}} : D^{\frac{m+2}{3}}$, i Følge det antagne. Men $d = a^3$ og $D = A^3$. Følgelig ere $p : P = a^{(m+2)} : A^{(m+2)}$. Pressionerne bestaae af det Antal Partikler, som trykke, multiplicert med enhver Partikels indvendige eller Centrifugal-Kraft. Da derfor Antallet af Partiklerne ere som $a^2 : A^2$, blive Centrifugal-Kræfterne i enhver af dem $\frac{a^{m+2}}{a^2} : \frac{A^{m+2}}{A^2} = a^{m+2-2} : A^{m+2-2} = a^m : A^m$.

Deraf følger, at om $m = 1$, ere Centrifugal-Kræfterne $= a : A$, og Pressionerne $= d : D$, følgelig at, saa tidt som de sammentrykkende Kræfter forholde sig som Distancen forkeert, forholde sig Centrifugal-Kræfterne i Luftens Dele ligeledes, som Distancen imellem deres Centrer forkeert tagne.

Hydrau-

Hydraulik.

Hydraulik.

Første Forelæsning.

Om de flydende Tings Bevægelse, foraarsaget af deres Tyngde.

§. 1.

Beskaffenheden af de flydende Tings Bevægelse forklares.

De flydende Tings Bevægelse, for saa vidt som den simpelhen foraarsages af deres Tyngde, kan ikke med et fra Intet af komme til sit Største. All endelig Hastighed bliver Gradviis til. De første Draaber, som flyde ud af en Aabning paa et Kar, udi hvilket det Flydende Øieblikket før hvilede, maa nødvendig bevæge sig langsommere, end de efterfølgende. Imidlertid lærer al Erfaring, at det Udflydende i en overmaade kort Tid naaer sin største Hastighed, om Aabningen, det flyder ud af, er middelmaadig imod det hele Kars Vidde. Jo mindre at Aabningen er, som det flyder ud af, desto mindre beroer Hastigheden og det Flydendes Bevægelse paa Karrets Figur, skiønt det er unegte-

lig sandt, at denne sidste altid haver nogen Deel i det Flydendes Bevægelse (*).

§. 2.

Hastigheden, hvormed det Flydende flyder ud af Aabninger, der ere mindre end Karrets, er proportionert Quadrat-Roden af det Flydendes Høide udi Karret.

Vi antage derfor bestandig i det Følgende, at det Flydende, som bevæger sig ud af Karret, haver naaet sin største Hastighed, og at Aabningen, ud af hvilken det idelig bevæger sig, ikke er uden middelmaadig stor imod Karrets Vidde. Man kan i denne Henseende alene betragte (Taf. I. Fig. 1.) et cylindrisk Kar ABCD, med en liden Aabning nO udi Bunden. Hvoraf strax sees, at Aarsagen til det Flydendes Bevægelse ud af Cylindren er ingen anden, end Trykningen af det Flydende i Cylindren. Da derfor denne Trykning er proportionert Høiden DC, om det Flydende staaer til D i Cylindren, og samme foraarsager i det Udflydende en endelig Hastighed, men Kræfterne, som foraarsage en saadan Hastighed, ere som dennes Quadrat, §. 275 i Mekan. Forelæsn. Saa kan deraf strax sluttes, at den Hastighed, hvormed det Flydende bevæger sig ud igiennem en Aabning, som nO, bestandig bliver som $\sqrt{DC}$, eller proportionert Quadrat-Roden af det Flydendes Høide udi Karret.

§. 3.

Den virkelige Hastighed, hvormed det Flydende i dette Tilfælde flyder ud af

Man kan bevise dette sidste paa adskillige andre Maader, ved hvilke vi ikke ville opholde os. Men deraf er endnu ikke den virkelige Hastighed bekiendt, hvormed en flydende Materie bevæger sig ud

(*) See desangaaende det følgende Tillæg.

ud af en Aabning, som *no*. Skiønt det er i foromtalte Hypotheſe altid rigtigt. At den Haſtighed, hvormed det Flydende bevæger ſig ud igiennem Aabningen *no*, er net op den, ſom vindes ved Faldet af en tung Ting igiennem det Flydendes Høide udi Karret, eller igiennem DC.

et Kar, er den, ſom vindes ved Faldet igiennem det Flydendes Høide udi Karret.

For at forſtaae dette ſidſte, behøves alene at ſammenligne den Presſion, ſom driver en udflydende Draabe *lrno* igiennem ſin Høide *ln*, med Presſionen af Tyngden udi ſamme uendelig liden Tid.

Vi ville derfor antage, at i en ſaadan Tid en Draabe Vand *lnor* drives igiennem ſin Høide *ln* af det Flydendes Trykning, imidlertid at den i ſamme Tid kunde bevæge ſig igiennem den Høide PQ af ſin egen Tyngde. Fordi da de i ſamme Tid virkende trykkende Kræfter ere ſom de Rum, igiennem hvilke den ſamme Modſtand i ſamme Tid bevæges, §. 23. Mekan. For., ſaa bliver DC : *ln* = *ln* : PQ. Thi den trykkende Kraft i Cylindren er Vegten af Kolonnen *pnoq*, og Presſionen i Draaben *lnor* igiennem PQ, er ligeledes dens Vegt. Men Vegten i begge er ſom *pn* eller DC, til *ln*; fordi Baſis *no* er i begge diſſe Cylindrer eller prismatiſke Legemer den ſamme.

Deraf faaes $ln = \sqrt{DC}.\sqrt{PQ}$. Kaldes ydermere den ſøgte Haſtighed, ſom Vandet ſkal flyde ud med, *x*. Den, ſom vindes ved Faldet igiennem DC, H, og den, ſom vindes ved Faldet igiennem PQ, *h*. Da er $H : h = \sqrt{DC} : \sqrt{PQ}$, §. 48 Mekan. Forel. og $x : h = ln : PQ$. §. 12. 2) Mek. For. Hvoraf faaes $h = (\sqrt{PQ}.H) : \sqrt{DC} = (x.PQ) : ln$. Eller og $H = (x.\sqrt{PQ}.\sqrt{DC}) : ln$, eller $H = x$. Saa at derfor Haſtigheden, med hvilken det flydende bevæger ſig ud af Aabningen *no*,

er net op den, som kan vindes ved Faldet igiennem DC, naar ved DC forstaaes det Flydendes Høide i Karret.

§. 4.

Man maa vel agte, at da vi i dette Beviis alene have betragtet en Draabe, som flød ud i en uendelig liden Tid, deraf ikke kan sluttes, at ingen anden Pression foraarsagede det Flydendes Bevægelse, end den alene, der kommer af Cylindrens *pqon* Pression, thi Pressionen, som foraarsager Bevægelsen i det udflydende Vand, er uimodsigelig det dobbelte af denne Cylinder, men for en uendelig liden Tid er det nok, at denne Cylinder tages i Betragtning, af de Aarsager, som strax skulle forklares.

§. 5.

Den Pression, som bevæger Vandet ud af en Aabning, er dobbelt imod Vandets Pression paa samme Aabning, om den var lukt, og Vandets Høide udi Karret blev i begge Tilfælde den samme.

Vi ville først bevise, at den Pression, som bevæger det udflydende Vand, er dobbelt saa stor som Cylindren *pqon*.

Man seer da strax, at den Mængde Vand, som flyder ud af Aabningen *no*, i den Tid, da et Legeme kan falde fra D til C, bliver en Cylinder, hvis Grund-Flade er *no*, og hvis Længde er 2DC. §. 3 og §. 49 Mekan. For. Men den Cylinder Vand, som i samme Tid ved Faldet af Tyngden kunde bevæge sig ud af Aabningen *no*, bliver saa stor som *no*.DC. Følgelig er den første Virkning dobbelt saa stor som den sidste; derfor ere og Pressionerne, eller Aarsagerne, under sig i samme Forhold. §. 17 Mek. Forel. Men i første Tilfælde er Pressionen den af det Flydendes Vegt i Karret. I den sidste er den Vegten af Kolonnen *pqon*. Følgelig er den Pression, som bevæger Vandet igiennem Aabningen

no,

no, dobbelt imod den, som trykker paa *no*, naar Karret er tillukt og Vandet ikke flyder. §. 24 Hydrost. Forel.

§. 6.

Denne Paradoxie forklares.

Men man seer tillige let, hvoraf denne Paradoxie kommer. Saasnart som Vandet ved sin Tyngde, eller ved Trykningen af Cylinderen *pqon*, begynder at flyde, maa Trykningen af det Flydende paa Siderne saaledes yttre sig, at fra dem saa meget flyder ind i Kolonnen eller Cylindren *pqon*, som der behøves til at det Flydende kan i sammenhengende Straale bestandig flyde ud af *on*. Hvilket sidste ikke kunde skee, om Kolonnen *pnoq* alene bevægede sig ud igiennem *no*, thi Hastigheden i dens øvere Lag er altid mindre, end i de neden under liggende, fordi Pressionen er i dem af det ovenstaaende Vand mindre. §. 26. 2) Hydrost. F. Saaledes sees, at denne dobbelte Pression er nødvendig. Først den ene Deel af den, som vi i §. 3 have betragtet, for at give det Udflydende sin Hastighed, den anden Deel af den derimod behøves for at underholde det Flydendes uoverbrudte Bevægelse ud af Aabningen *on* (*).

§. 7.

(*) At denne dobbelte Pression behøves, net op for de ovenanførte Aarsagers Skyld, sees allerbest paa den skarpsindige Maade, hvoraf den berømte Neuton haver betient sig i hans *Princip. Philosoph. Math.* Lib. II. Propos. 36. Denne store Geometre meente først, at den Hastighed, hvormed Vandet flød ud, var alene den, som vindes ved Faldet igiennem den halve Høide af Vandet udi Karret. Men da dette streed mod al Erfaring, forandrede han siden sin Tanke, og antog, at Vandet vel flød ud af Karret med en Hastighed, der svarte til Vandets hele Høide, Anmerkninger over den Neutonske Vand-Rende uden Pression.

§. 7.

Det forrige bekræftes ved Forsøg.

Da denne Proposition legger Grunden fast til alt det, som man immersort beviser udi Hydrauliken, saa er det af stor Betydenhed, at bekræfte den ved Erfaring. Den almindeligste af alle er den, naar (Taf. I. Fig. 3.) et cylindrisk Rør *cd*o, med en liden Aabning udi o, er føiet til et andet Kar ADEB. Thi da springer Vand-Straalen ud af o, indtil den naaer noget nesten Vandets Høide i Karret, efter den øverste Vand-Linie AB.

Deraf

---

men derimod tilskrev han det accidentelle Aarsager, i sær den, hvorom siden bliver talt, at Straalen trak sig sammen neden for Aabningen o*n*. Dette er dog, som siden skal vises, ikke den sande Aarsag; thi Straalens Sammentrekning kan forhindres, og Hastigheden, som Vandet flyder ud med, bliver desuagtet den, der svarer til Vandets hele Høide udi Karret. Det Neutonske Beviis, angaaende den dobbelte Pression, derimod er desuagtet ikke destomindre rigtigt og skarpsindigt. Han betragter et Vand-Fald eller en Rende som G*ab*H, (Taf. I. Fig. 2.) igiennem hvilken net op saa meget Vand flyder, som det, der behøves til at det Flydende i immervarende og uoverbrudt Bevægelse kan skyde sig ud af Aabningen *ab*, saa at det udflydende Vand saaledes ikke trykker Siderne af Kanalen G*ab*H. Denne Hypothese udfordrer, som man let seer, at hvad der i ethvert Lag, som c*Ed*, mangler det igiennemflydende Vand i Hastighed, maa igien erstattes ved Vandets Mængde udi dette Lag, og at derfor Hastighederne maa overalt i Renden være Aabningerne, som c*Ed*, forkeert proportionerte. For Resten behøves intet videre til dette Problems Bestemmelse, end at antage, hvad aldrig er blevet tvivlt paa, at nemlig §. 3. Vandets Hastighed i alle deslige Lag, som c*Ed*, er simpel hen proportionert Quadrat-Roden af Høiden AE.

Thi forestiller man sig Aabningerne *ab* og *cd* som cirkulære Snit af Renden, hvis Diametrer ere *cd* og *ab*, men AEF Axlen. Kaldes

ydermere

Deraf kan strax sluttes (§. 90 Mekanik Forelæsninger), at Pressionen af Vandet i Karret maa foraarsage en Hastighed, som svarer til Vandets Høide udi Karret Bc. Man seer let, at det kommer paa et ud, i Henseende til Hastigheden, hvad heller Straalen

---

ydermere Hastighederne udi cd og ab, v og V. Da er $v : V = (ab)^2 : (cd)^2$. Er A det høieste Punkt i Axlen, hvortil Vandet staaer, da er $v : V = \sqrt{AE} : \sqrt{AF}$, og derfor igien $\sqrt{AE} : \sqrt{AF} = ab^2 : cd^2$, og $AE.(cE)^4 = AF.(aF)^4 = a$, naar ved a forstaaes en bestandig Størrelse. Kaldes AE, x; cE, y; saa er $y^4x = a$; eller, om man vil bringe Leddene til samme Høide, $y^4x = c^5$, saa Renden Gca bliver en Hyperbol af fierde Grad, hvis Asymptote er IAK, fordi naar $x = 0$ er y ∞.

Da nu alt det Vands Mængde, som er i Renden, nødvendig anvendes til Bevægelsen af Vandet ud igiennem ab, saa er der ingen Tvivl paa, at jo dette hele Vands Tyngde er den Trykning, som foraarsager Bevægelsen, følgelig maa Indholden af $GabH$ søges. Kaldes da $p : r$ Peripheriens Forhold til Halv-Diametern, saa bliver det ubestemte cirkulære Snit af Renden $(pyy) : 2r$. Det dertil svarende cylindriske Element bliver $\frac{pyy}{2r}dx = -\frac{4c^5pdy}{2ry^3}$, hvoraf Summen er $(c^5p) : ry^2 = (c^5p\sqrt{x}) : r\sqrt{c^5}$. Hvilken Sum er fuldstændig, thi naar $x = 0$, er det hele Integral $= 0$. Men $(c^5p) : ry^2$ er Indholden af den dobbelte Cylinder, hvis Grund-Flade er ab, og hvis Høide er AF. Thi $\frac{py^2}{2r}$ er Fladen af en Cirkel, som ab, saa at derfor Indholden af den enkelte Cylinder bliver $(py^2x) : 2r = (pc^5y^2) : 2ry^4$.

Man kan agte, at endskiønt en saadan Rende ikke kan bestaae inden i andet Vand, fordi dets Side-Trykning vilde tilintergiøre den, saa er desuagtet Bevisets Styrke, i Henseende til den dobbelte Pression, derfor dog altid den samme.

Straalen flyder ud af en Aabning i Bunden af Karret, eller paa den nylig omtalte Maade, naar ikkuns Aabningen er i begge Tilfælde meget liden.

§. 8.

Hastigheden er den samme, hvad heller Vandet flyder ud af en meget liden Aabning i Bunden, eller paa Siden, om Vandets Høide i Karret over Aabningen er i begge Tilfælde den samme.

Imidlertid, da den vertikale Straale i Figur 3 ikke stiger fuldkommen til den øverste Vand-Linie AB, saa for at forsikre sig desto nøiere ved Erfaring om denne Propositions Rigtighed, gier man fast bedre i at lade Vandet springe ud af Siden paa et Kar (Taf. I. Fig. 4.), fordi Hastigheden i Straalen da ikke hindres af saa mange Aarsager, som i den vertikale Stigning, efter hvad i det følgende skal blive viist. Thi man forstaaer her ligesaa let, som i §. 7, at saa længe Aabningen *ab* paa Siden er meget liden, saa at alle Straalens Dele kunne antages, som at have den samme Fart, kommer det paa et ud, hvad heller at Aabningen giores til vertikal eller skiev Direktion, fordi Pressionens Virkning bliver i alle disse Tilfælde den samme.

§. 9.

Beviis ved Erfaring, naar Vand-Straalen springer ud af en Aabning paa Siden.

Er da *ac* den udflydende Straale, som støder an paa et horizontalt Plan udi *c*. Da kan af Høiden *ad*, og af Kastets Længde *dc* den Høide let findes, som svarer til Hastigheden udi *a*. Thi Linien *afc*, som Straalen beskriver, er en Parabol, og følgelig Hastigheden i *a* den, som vindes ved Faldet igiennem Fierde-Delen af Parabolens Parameter (§. 228 Mek. For.). Men da *ad* er Parabolens Axel, *a* dens Spitse, saa bliver Parametern til Axlen, som man veed af den koniske Geometrie, $= (dc^2) : ad$, og den Høide, som svarer

svarer til Hastigheden i a, $= (dc)^2 : 4ad$. Hvoraf Hastigheden selv findes (§. 56 Mekan. For.).

Ligeledes kan Hastigheden bestemmes, naar Vandet springer ud under en skiev Vinkel imod Horizonten. Man haver i adskillige Forsøg paa denne Maade undersøgt Hastigheden af Straalen i det Øieblik, da den flød ud af Karret; da de saaledes giorte og efterregnede Forsøg altid have truffet paa det nærmeste ind med den i §. 3 fastsatte Regel.

§. 10.

Saa tidt derimod, som man af det udflydende Vands Mængde vil bestemme, hvad Hastigheden er, stemme de paa denne sidste Maade giorte Forsøg langt fra ikke ind med Theorien saaledes, som i de forrige Tilfælde. Men vi skulle tale om det didhen hørende i nestkommende Forelæsning. I denne ville vi endnu til Slutning agte et Par Poster af Vigtighed.

Vandet forøger sin Hastighed paa de faldende Tings Maade, efter at være flydt ud af et Kar.

Den første er; at Vandet, efter at være flydt ud af et Kar, forøger videre sin Hastighed paa de tunge faldende Tings Maade. Saaledes i Figur 4, hvor Vandet antages at springe ud paa Siden, vinder det ved Faldet fra a til c en Hastighed, som svarer til Høiden ad, meer end den nemlig, som det flød ud med udi a. §. 79. 1. Mek. Forel.

§. 11.

Ligeledes, naar det falder vertikal ned efter ud af en horizontal Aabning i Bunden, som i n○, Fig. 1, voxer Hastigheden ned efter bestandig paa de faldende Tings Maade.

§. 12.

Skal den samme Mængde Vand i den samme Tid bevæge sig igiennem større og mindre Aabninger, da maa dets Hastigheder igiennem disse Aabninger være deres Indhold forkeert-viis proportionerte.

Den anden Anmerkning, som vi her ville endnu anføre, bestaaer deri, at saa tidt som i samme Tid den samme Mængde Vand skal bevæge sig ud igiennem større og mindre Aabninger, som Taf. I. Fig. 2, igiennem Aabningerne *ab*, *dc*. Da, paa det at i samme Tid den samme Mængde Vand kan flyde ud igiennem saa adskillig store Aabninger, maa i disse sidste Hastighederne voxe eller tage af i forkeert Forhold af Aabningernes Størrelse. Hvilket uden videre Beviis af sig selv let sees, fordi det udflydende Vands Mængde maa altid dømmes af Aabningens Størrelse, multiplicert med Hastigheden.

§. 13.

Naar Vandet flyder ud igiennem Rør, som ere føiede til Karrene, da er Hastigheden dog altid den, som vindes ved Faldet igiennem Vandets Høide i Karret over Aabningen, Vandet flyder ud af.

Af §. 10-12 sees, at saa tidt som (Taf. I. Fig. 5.) et vertikalt og engere Rør *gefh* er sammenføiet med et stort Kar ABDC, saa at Vandet i *fe* flyder ud af en liden Aabning, imod Karrets Høide at regne; Da endskiønt at vel Hastigheden i alle foranderlige Vidder og Aabninger af Karret og Røret bliver adskillig, §. 12, bliver desuagtet dog Hastigheden i *fe* altid den, som svarer til Vandets Høide i Karret over *fe*, nemlig D*h*, om AD er den øverste Vand-Linie. Det samme sees af §. 3, i den Hypothese, at Figuren ikke forandrer Hastigheden, som Vandet flyder ud med, naar Aabningen *fe* er liden, eller ikke uden middelmaadig stor.

§. 14.

Hastigheden i *fe* bliver saaledes bestandig den samme, saa længe som Vandets Høide over *fe* i Karret er den samme,

me, i hvorledes end at Figuren af Roret *eghf* er beskaffen. Vi betragte nemlig her ikke de Hindringer, som Friktionen og andre deslige Aarsager i bugtede Rør kunde foraarsage. Særdeles ere de Rør værd at betragte, som ere enten cylindriske eller koniske. Vi skulle handle om dem videre i nestkommende Forelæsning.

§. 15.

Et maa dog endnu iagttages, at hvad vi have sagt §. 12 om Hastighedens Tilvext i engere, og Formindskelse i større Aabninger ikke siger det imod, hvad vi forhen have beviist §. 3. At nemlig det udflydende Vands Hastighed idelig blev den samme, hvad heller at Vandet bevæger sig igiennem en meget liden eller større Aabning; alene at denne sidste ikke var uden middelmaadig stor imod Karrets hele Vidde. Thi i dette Tilfælde flyder ikke samme Mængde Vand ud igiennem større og mindre Aabninger. Men Mængden af det igiennemflydende Vand bliver altid Aabningen proportionert.

§. 16.

Vandets Bevægelse i bøiede cylindriske Rør forklares.

Ere Rørene krumme, som *Fca*, (Taf. I. Fig. 6.) og Aabningen *a* liden imod Rørets Vidde FE, da, om det Flydende staaer i Roret EC til Vand Linien EF, bliver Hastigheden i *a* endnu den, som svarer til den vertikale Høide G*a* i Roret. Thi alt maa blive, saavel i Henseende til den vertikale Vandets Trykning, som i Henseende til Side-Trykningen, endnu af samme Beskaffenhed, som før §. 3.

Holdes derfor Vandet i Cylindren ikke til samme Høide, bliver Høiden *a*G alt mindre og mindre. Vandet i Roret falder først til Linien *a*C, men siden det i C endnu haver en Hastighed, bliver det ved at synke under C, for siden igien at stige. Med et Ord, det gier smaa Sving op og ned efter paa Pendulernes Maade.

Tillæg.

§. 1.

Den almindelige Maade at opløse de hydrauliske Spørsmaal paa, forklares, i det Tilfælde, da af de levende Kræfter under Bevægelsen intet tabes, og Hastigheden i ingen af Vandets Dele pludselig forandres fra en uendelig liden til en end:lig Hastighed.

Da af Pressionernes Natur, saaledes, som de i Forelæsningen ere blevne forklarte; ikke fuldstændig kan vises, hvorledes det gaaer til med de flydende Tings Bevægelse fra Begyndelsen af, da Vandet flyder ud, indtil det naaer sin største Hastighed; og denne Theorie ligesaa lidet er i Stand til, at udvikle Beskaffenheden af det Flydendes Bevægelse i en Mængde andre Tilfælde; saa er det ikke utienligt, af et indirektere, skient i sig ulige frugtbarere Princip kortelig at vise denne Bevægelses Egenskaber, efter den Plan, som den berømte Hr. Daniel Bernoulli haver bekiendtgiort i hans Hydrodynamik, der kan ansees for det første Verk, hvori Egenskaberne af det Flydendes Bevægelse i og ud af Karrene almindeligere er blevet viist, endskiønt at de flydende Tings Theorie, denne og andre Methoder uagtet, dog ikke destomindre endnu behøver stor Forbedring.

Man veed af Mekanik, at saa dybt, som Tyngdens Center af en Ting er faldet, ligesaa høit kan det igien i et ledigt Rum stige, om Bevægelsen i Enden af Faldet fik en imodsat Direktion op efter, uden at tabe derved noget i sin Størrelse. Forestiller da (Taf. I. Fig. 7.) *abkl* et Kar, af hvad Figur man vil, og fyldt med en flydende Materie, som kan falde ned efter i Karret, da seer man strax, at saasnart, som Vandet er faldet fra *ab* til *cd*,

er

er Tyngdens Center af den hele Massa ligeledes noget faldet, for Ex. fra T til *s*, hvorved vindes i det hele System en Bevægelse, som, om den gik op efter, maatte giøre, at den hele Massa, eller dens Tyngdes Center, igien maatte kunde stige saa høit, som det var faldet. Saafremt derfor at man i et hvert givet Tilfælde søger Elementet af det virkelige Fald, hvilket vi ville kalde dF. Og ligeledes Elementet dS af den muelige Stigning (den Høide nemlig, som Vandet kunde stige, om Stigning skede) da maa blive dF = dS, hvilket er den almindelige Ligned, hvorved samtlig disse Spørsmaal bør kunde opløses; saafremt nemlig, at man saaledes, som vi her have giort det, ikke seer paa de Hindringer i Bevægelsen, hvilken kunde komme udvortes fra, som de af Friktionen og andre deslige.

§. 2.

Maaden vises, hvorpaa Elementet af den muelige Stigning kan findes.

For at finde Elementet af Stigningen, maa man betragte det hele Vand, som inddeelt i uendelig mange smaa Lag, og antage 1) at i et hvert horizontalt Lag, som *cd*, Bevægelsen udi alle Draaberne er den samme. Denne Hypothese er vel ikke aldeles rigtig, fordi Vandet henger ved Siderne af sin Kanal, og bevæges inde ved dem langsommere, i sær forhindres det udi Bevægelsen, om Karret gaaer i Bugter inde ved Siderne. Men saasnart som Karret eller Kanalen er af nogenlunde Bredde, kan denne Hindring i Bevægelsen ansees for ubetydelig. 2) Seer man strax, at saasnart som Aabningerne, igiennem hvilke det samme Vand udi samme Tid skal bevæges, ere foranderlige, snart større, snart igien mindre, maa Hastigheden igiennem enhver af disse adskillige Aabninger være i forkeert Forhold af Aabningen (§. 12). Kaldes da Aab-

ningen paa et Sted, f. Ex. i rv. $2m$; Hastigheden i rv h; Er desuden pq Axlen til Karrets Oversnits krumme Figur, Aabningen ved enhver af dens ubestemte Oversnit som i $nt = 2y$. Videre enhver ubestemt Deel af Axlen fra p af, x. Da bliver Hastigheden i $nt = \frac{ms}{y}h$. Den dertil svarende Høide bliver proportionert $\frac{m^2}{y^2}h^2$. Og naar i Steden for Hastigheden sættes den til samme svarende Høide at være s, bliver den Høide, hvortil Elementet $-2ydx$ med sin Hastighed kunde stige, $= \frac{m^2}{y^2}s$; multipliceres dette med Elementet selv $-2ydx$, (thi x formindskes) da faaes Momentet af den Bevægelse, det kunde stige op over Axlen med efter Vertikalen, om Axlen laae horizontal; saa dette Moment derfor blev $-\frac{2m^2}{y}sdx$, og Summen af samtlig disse Momenter for den hele Massa Vand i Karret blev $\int -\frac{2m^2}{y}sdx$. Men den hele Masses Tyngdes Center T, eller den Distance, det kan stige til, multiplicert med sin Distance fra et Plan over en Linie, som lk, gier det samme, som $\int -\frac{2m^2}{y}sdx$. §. 83 Mek. Tillæg. Kaldes da den Høide, hvortil den hele Masses Tyngdes Center kan stige, z, og den hele Massa selv, eller Indholden af $2ar/po$, $2M$, da bliver $zM = \int -\frac{m^2}{y}sdx$, og $z = (\int s - \frac{m^2}{y}dx) : M$, hvoraf den hele muelige Stigning af Vandet, eller z, er bekiendt.

§. 3.

Antages nu Karret at have i ef en Aabning, igiennem hvilken Vandet kan flyde ud, og man seger derpaa den nestfølgende

Tilstand

Tilstand af det, den nemlig, som bliver til ved en dets uendelig liden Forandring, naar nemlig den cylindriske Draabe *efhg* er flødt ud af Karret; da er $efhg = abdc = -ydx$, og om Aabningen $ef = 2n$, bliver Hastigheden i alle Draabens Partikler $= \frac{mb}{n}$, §. 2. Følgelig Høiden, den kan stige til, $\frac{m^2b^2}{n^2} = \frac{m^2}{n^2}s$, og Momentet af Draabens Stigning $\frac{m^2}{n^2}s.(-ydx)$. Om dette Moment forøges saaledes den muelige Stignings Moment, imidlertid at den forringes igien om Momentet udi Elementet $abdc = \frac{m^2}{y^2}s - ydx$. For derfor at finde det hele Moment af den hele muelige Stigning, efterat Draaben er flødt ud, maa agtes, at dette Moment er først det forrige Moment af *abkl* mindre end dets Differential, eller Momentet af *abdc*, naar dertil legges Momentet af *efgh*. Hvorved maa agtes, at s nu ikke meer er bestandig, som før, men ved denne Forandring af Faldet i Draaben *efgh* formert om Elementet ds, saa det hele Moment bliver $sf - \frac{m^2}{y}dx + ds.\int(-\frac{m^2}{y}dx) - \frac{m^2}{y}sdx + \frac{m^2}{n^2}sydx = zM$, og $z = \frac{1}{M}(sf - \frac{m^2}{y}dx + ds.\int -\frac{m^2}{y}dx - \frac{m^2}{y}sdx + \frac{m^2}{n^2}sydx)$. Trekkes dette Moment fra det forrige, før Draaben flød ud (§. 2.), da faaes derved Differentiellet af den hele muelige Stigning $= \frac{1}{M}(ds.\int\frac{m^2}{y}dx + \frac{m^2}{y}sdx - \frac{m^2}{n^2}sydx) = dS$ udi §. 1. $= \frac{1}{M}(Nds + \frac{m^2}{y}sdx - \frac{m^2}{n^2}sydx)$, om $\int\frac{m^2}{y}dx = N$.

§. 4.

§. 4.

Ligeledes af Tyngdens Centers Fald.

Søger man ligeledes Elementet af Tyngdens Centers Fald, imidlertid at det Element *abdc* synker, saa at Draaben *efhg* kommer uden for Karret. Da, for at finde den Forandring, som Tyngdens Center derved lider, maa man betragte den hele Massa *cdlk* af Vandet $= M$, som ubevægelig. Kaldes dens Tyngdes Centers T Distance fra *ef* eller Tp, b, da, for at finde det felles Tyngdes Center for M og $-ydx$, eller for *dclk* og *abdc*, maa $-ydx$ og M ansees som to Tyngder over den Vegt-Stang $x-b$, hvis Hvile-Punkt eller felles Tyngdes Center derfor bliver (§. 123 Mek. For.) $\frac{(-ydx).(x-b)}{M+ydx} = \frac{(-ydx).\overline{x-b}}{M}$, saa at den hele Masses *abkl* Tyngdes Centers Distance fra p beløber sig saaledes til $b-ydx.(x-b):M$. Paa samme Maade findes, at *cdkl*, og *efhg* deres felles Tyngdes Centers Høide over Bunden af Karret er $b+bydx:M$. Følgelig bliver Forskiellen af begge, eller Tyndens Centers elementære Fald $= -xydx:M = dF$. §. 1.

§. 5.

Slutningen af det foregaaende, hvorved udflydende Vands Hastighed bestemmes.

Da derfor §. 1. $dF = dS$. Saa bliver og $-xydx = Nds + \frac{m^2}{y}sdx - \frac{m^2}{n^2}sydx$. Hvoraf sees

1) At i Almindelighed beroer Ligheden, og følgelig Bevægelsen, paa Karrets Figur, og kan af samme altid bestemmes.

2) At Høiden, som svarer til den Hastighed, Vandet søger at flyde ud med i *ef*, er $\frac{m^2}{n^2}s$. Kalder man denne Hastighed z, bliver $ds = \frac{n^2}{m^2}dz$, og man faaer $-xydx = \frac{n^2}{m^2}Ndz + \frac{n^2}{y}zdx - zydx$.

3) Er

3) Er n eller Aabningen, Vandet flyder ud af, uendelig liden, bliver $-xydx = -zydx$, og $x = z$. Det er, Høiden, som svarer til Hastigheden, Vandet flyder ud med, er saa stor, som Vandets Høide over Aabningen i Karret, hvorledes end at Figuren er af dette sidste, hvilket er overeenstemmende med det i Forelæsningen beviiste §. 3, dog saaledes, at da, efter det i den sagte, et Vand, som flød ud af en Aabning paa en horizontal Bund, bestandig, uden Hensigt paa Figuren af Karret, maatte flyde ud med en saadan Hastighed, saa gielder dog dette ikke egentlig, uden i det Tilfælde alene, da Aabningens Størrelse imod Karrets Vidde er anseelig liden.

§. 6.

Det samme i cylindriske Kar i Særdeleshed.

Er Karret cylindrisk, da bliver $y = m$ og $N = mx$, §. 3. Derved forandres Ligheden §. 5 til denne anden $(1 - \frac{mm}{nn})sdx + xds = -xdx$, som man strax seer, af de to første Leeds Coefficienter, maa blive integrabel, om den overalt multipliceres med $x^{-\frac{mm}{nn}}$; da man faaer $(1 - \frac{mm}{nn})x^{-\frac{mm}{nn}}sdx + x^{1-\frac{mm}{nn}}ds = -x^{1-\frac{mm}{nn}}dx$.

Og derfor $x^{(1-\frac{mm}{nn})}s = (-x^{\frac{2nn-mm}{nn}})\frac{nn}{2nn-mm} + B$.

Den bestandige Størrelse B bestemmes deraf, at i Begyndelsen af Bevægelsen, naar $x = p\circ = a$, er $s = \circ$; men da bliver

Integralen $\frac{-n^2}{2nn-mm}\left(x^{\frac{2nn-mm}{nn}}\right)$.

Saa $B = \frac{n^2}{2nn-mm}\left(x^{\frac{2nn-mm}{nn}}\right)$

og $s = \frac{nna}{2nn-m^2}\left(\left(\frac{a}{x}\right)^{1-\frac{mm}{nn}} - \frac{x}{a}\right)$.

§. 7.

Deraf flyder, at naar i meget viide cylindriske Kar af liden Aabning i Bunden, eller paa Siden, Vandet er faldet om en ganske liden Deel af Høiden, bliver strax $s = \frac{nn}{mm}x$, eller $x = \frac{mm}{nn}s = z$. Det er, Hastigheden, hvormed Vandet flyder ud, bliver den, som vindes ved Faldet igiennem Vandets Høide udi Karret. Thi da er n at anseе som intet imod m, og Ligheden §. 6 forandres til denne $s = \frac{nna}{-mm}\cdot\left(\left(\frac{a}{x}\right)^{1-\frac{1}{0}} - \frac{x}{a}\right) = \frac{nna}{-mm}\left(\left(\frac{x}{a}\right)^{\frac{1}{0}} - \frac{x}{a}\right)$, men da $\frac{x}{a}$ er en Brøk, hvori a er om en endelig, skiønt meget liden Størrelse, større end x, bliver $\left(\frac{x}{a}\right)^{\frac{1}{0}} = 0$, og man faaer $s = \frac{nnx}{mm}$.

Herved kan mærkes, at, endskiønt vi have fundet, at $z = x$, naar Forholden af $m : n$ var overmaade stor, og i dette Tilfælde alene; saa kan dog agtes, at om end n er en anseelig Deel af m, er det dog ikke meget, hvad den Høide, som svarer til Hastigheden i det udflydende Vand, viger af fra Vandets Høide udi Karret.

Karret. Thi sættes for Ex. $m : n = 4 : 1$, og $x = \frac{99}{100}a$, saa at Vandet i Karret er faldet om $\frac{1}{100}a$, da bliver dog $z = \frac{92}{100}a$. Hvilket let sees, naar man vil have den Møie, at sætte udi Ligheden §. 6 $m = 4$. $n = 1$. $x = \frac{99}{100}a$.

§. 8.

Heri antages, at $\left(\frac{x}{a}\right)^{\frac{1}{0}} = 0$. Sætter man derimod saaledes, som det og virkelig er i Begyndelsen af Bevægelsen, at x og a enten intet, eller ikke uden om en uendelig liden Størrelse, under sig ere adskillige, da bliver $x = a - dx$. Og $\left(\frac{a}{x}\right)^{\frac{1-\frac{mm}{nn}}{\frac{m^2-n^2}{n^2}}}$

$$-\frac{x}{a} = \left(\frac{a}{a-dx}\right)^{\frac{1-\frac{m^2}{n^2}}{\frac{m^2-n^2}{n^2}}} - \frac{x}{a}\Big) = \left(1 - \frac{dx}{a}\right)^{\frac{1-\frac{m^2}{n^2}}{\frac{m^2-n^2}{n^2}}} - 1$$

$$+\frac{dx}{a} = \frac{(n^2-m^2)\,dx}{n^2 a} - \frac{dx}{a}.$$ Hvilket, multiplicert med $\frac{n^2 a}{mm}$, giver $s = \frac{(m^2-n^2)\,dx}{mm} + \frac{n^2\,dx}{m^2} = dx$. Hvoraf sees, at Hastigheden udi denne Bevægelse ikke bliver til med et, men i Begyndelsen af Bevægelsen paa selvsamme Maade, som i de faldende Ting. Den er i Begyndelsen overmaade liden, uagtet at den strax, eller efter at Vandet er faldet, eller bevæget igiennem det allermindste endelige Rum, efter det i §. 7 sagte, voxer til den Hastighed, der vindes ved at falde igiennem Vandets Heide, naar nemlig Aabningens Størrelse er meget liden imod Viden af Karret.

§. 9.

Det Punkt i Cylindren bestemmes, til hvilket, naar det udflydende Vand falder i Karret, da saaer det sin største Hastighed.

Da Hastigheden af Vandet saaledes idelig vorer, indtil det er faldet igiennem et meget lidet endeligt Rum, saa maa i et vist Punkt af Cylindren denne Hastighed være størst, naar nemlig Vandets overste er faldet dertil. Da derfor i dette Punkt $dv = 0$, bliver efter §. 6 $\left(1 - \frac{mm}{nn}\right) s = -x$. Sættes i denne Ligned, i Steden for s, dens Værdie udi §. 6, da faaes

$$x = a : \left(\frac{mm - nn}{nn}\right)^{nn : (mm - 2nn)}.$$

Sættes videre i Ligheden $\left(1 - \frac{mm}{n}\right) s = -x$. I Steden for x dens nylig fundne Værdie, da findes den største Hastighed, som Vandet kan faae, imidlertid at det flyder ud af et cylindrisk Kar; denne Hastighed bliver nemlig

$$= \frac{mma}{mm - nn} \cdot \left(\frac{nn}{mm - nn}\right)^{nn : (mm - 2nn)}.$$

§. 10.

I cylindriske Kar uden Bund falder Vandet, som de faste tunge Ting.

Er $m = n$ eller Karret uden Bund og overalt af en Vidde, da er $\frac{nn}{mm} = 1$. Den Hastighed, Vandet flyder ud med, bliver da den samme, som den er, hvormed det bevæges inde i Cylindren, og denne Hastighed, eller $v = a - x$, som strax sees af den i §. 6 givne Ligned. Følgelig falder da Vandet, som andre tunge Ting, simpel hen efter de tunge Tings Love.

§. 11.

§. 11.

Imod Slutningen af Vandets Bevægelse udi Karret, naar det nemlig er mest udflydt, bliver x meget liden imod a; og da m er større end n, bliver $1 - \frac{mm}{nn}$ en negtende Størrelse, saa at derfor i Ligheden §. 6 $\left(\frac{a}{x}\right)^{1-\frac{mm}{nn}}$ bliver meget liden imod $\frac{x}{a}$. Og $s = \frac{nnx}{m^2 - 2n^2}$, og $\frac{m^2}{n^2} s = z = \frac{m^2 x}{m^2 - 2n^2}$. Hvoraf sees, at jo større en Deel $2n^2$ bliver af m^2, destomeer overgaaer Høiden, svarer til den Hastighed, som Vandet imod Slutningen flyder ud med Vandets Høide udi Karret. Er derimod Aabningen n overmaade liden, bliver $z = x$. Hvoraf fuldkommen sees, at den Theorie, der i alle Tilfælde antager Vandets Hastighed, der flyder ud, for at være saa stor som den, der kan vindes ved Faldet igiennem Vandets Høide udi Karret, aldeles ikke er saa nøie og bestemt, som den burde være, uagtet at den udi Brugen med Fordeel til Machinernes Udregning kan anvendes, fordi den anseelig nærmer sig til Hastighedernes virkelige Værdie.

Det er ikke efter den nøie Theorie rigtigt, at det udflydende Vands Hastighed er altid den, som svarer til Vandets Høide i Karret over Aabningen.

§. 12.

Dersom (Taf. I. Fig. 5.) et cylindrisk, eller hvad andet Kar man vil, ABCD haver et Rør $ghfe$ i Enden, hvorigiennem Vandet flyder ud, og Aabningerne gh, ef ansees som meget smaa, eller af maadelig Størrelse imod Aabningen AD i Karret, da bliver dog Hastigheden, hvormed Vandet flyder ud i ef, den, som svarer til den hele Høide af Vandet baade i Røret og i Karret, naar nem-

Hastighedens Beskaffenhed, naar Vandet flyder ud af Kar, som have vedhengende Rør.

lig Vandet i Karret først er faldet igiennem den mindste endelige Høide. Thi hvorledes end at Figuren er af Karret, er denne Regel dog almindelig, efter §. 5. 3), saa længe nemlig Aabningen *ef* er liden imod AD.

§. 13.

Ligeledes i bugtede og i rette inklinerte Cylindrer.

Det samme gielder derfor ligeledes, om Vandet bevæges i Rør, som ere boiede i hvad Figur man end vil, som for Ex. (Taf. I. Fig. 8.) Røret *abcl*, om nemlig Aabningen i *d* er meget liden. I Særdeleshed; om Røret er cylindrisk, og Vandets Bevægelse antages at skee parallel med Axlen, da bliver, som i §. 6, $y = m$. Men i Ligheden $(1 - \frac{mm}{nn})sdx + xds = -xdx$, maa i det elementære Moment af Stigningen x betyde Axlens Længde i Kanalen, fordi Faldet antages at skee langs hen efter den. Dette sees let af §. 2. I Faldet ned efter forstaaes derimod §. 4 i Differential-Ligheden $(-xydx) : M = dF$, ved x Høiden af Tyngdens Center, som altid bør regnes efter Vertikalen. Kaldes derfor denne sidste, som før, x; Længden af Axlen l, da faaes for alle deslige cylindriske Rør i Almindelighed, efter §. 6, $(1 - \frac{mm}{nn}sdl + lds = -xdl$. Hvoraf sees.

1) at om Røret er cylindrisk og ret, men lagt an skiev imod Horizonten, som (Taf. I. Fig. 9.) AB, under en Vinkel ABC, hvis Sin forholder sig til den hele Sin som $g : 1$; da bliver $x = gl$, og man faaer $\frac{1}{g}(1 - \frac{mm}{nn})sdx + \frac{x}{g}ds = -\frac{x}{g}dx$, eller $(1 - \frac{mm}{nn})sdx + xds = -xdx$. Hvilket er den selvsamme Ligheds,

Lighed, som vi før havde §. 6. Hvoraf sees, at naar Vandet er faldet igiennem et endeligt Rum, bliver Hastigheden, hvormed det flyder ud af et skraaeliggende cylindrisk Rør, den samme, som den er, hvormed det flyder ud af et vertikalt.

2) Men da det varer her længere, §. 81. Mekan. Forel.) end i de vertikale Rør, før Vandet kan falde igiennem den samme vertikale Længde; saa maa det og i denne Tilfælde vare længere, førend at Vandet naaer sin største Hastighed.

§. 14.

Hastigheden bestemmes i Kar, som holdes bestandig fulde.

At betragte Kar, som at være af en uendelig Vide imod det Huls Aabning, af hvilket Vandet flyder ud, er omtrent det samme, som at betragte Kar, der idelig, i det mindste for en anseelig Tid, holdes fulde. Ikke destomindre ville vi her noget neiere, skiønt kort, anvende den føromtalte Theorie til at bestemme det Flydendes vertikale Bevægelse ud af de Kar, som holdes bestandig fulde. Hr. Bernoulli gior da Forskiel imellem to Tilfælde; et, naar Vandet bestandig flyder ind med en ligesaadan Hastighed, som den, der forud var i Vandet i Karret, Øieblikket før det flød ind. Det andet, da det flyder ind paa Siden, og først, ved at blande sig med Vandet i Karret, saaer ved Vandets sammenhengende Kraft omsider en ligesaadan Bevægelse, som det selv har. Da Faldet i første Tilfælde skeer fuldkommen paa selvsamme Maade, som før er blevet sagt §. 3. Saa maa og alle Slutninger i §. 3 her finde Sted, thi hvad Elementet af den mulige Stigning formeres ved den Draabe, som flyder ind, bør ikke komme i Betragtning, fordi dens Hastighed antages at være blevet til uden for Karret. Forskiellen

bliver

bliver alene den, at da Karret bestandig bliver ligefuldt, saa Vandet ikke synker, som i forrige Tilfælde, saa maa og bestandig den udflydende Draabe (Taf. I. Fig. 7.) *efhg* være saa stor som *abdc*. I øvrigt er alt det samme, som om Karret i det Øieblik, Draaben flød ud, ikke blev holdt fuldt. Følgelig maa i §. 3 være $-ydx = ndz$, om $fh = dz$. Ansees nu Karret, som bestandig fuldt til *ab*, og $ab = m$. Da bliver $dz = -\frac{m}{n}dx$. Saa at man faaer $-ydx = -mdx$, og $y = m$. Sættes da y for m i Ligheden §. 3, faaes for Elementet af Stigningen i det her foresatte Tilfælde $\frac{1}{M}(Nds + msdx - \frac{m^3}{n^2}sdx)$. Kaldes den Høide, som svarer til Hastigheden, med hvilken Vandet i *ef* flyder ud, v. Da er $s = \frac{n^2}{m^2}v$. Kaldes *fh*, dx; da maa i den forrige Værdie af Stigningens Element, i Steden for dx; sættes $-\frac{n}{m}dx$, og $N = \int -\frac{n^3}{m^2}dx$, da man faaer, naar disse Omsætninger gjøres i den forhen givne Værdie af Stigningens Element, at samme bliver $= \frac{1}{M}(Ndv + nvdx - \frac{n^3}{m^2}vdx)$.

I Henseende til det elementære Fald af Tyngdens Center, hvilket var, i Følge §. 4, $(-xydx) : M$, da maa agtes; at naar ved x forstaaes, som der, Vandets Høide i Karret over Aabningen, af hvilken Vandet flyder ud, da bliver i denne nye Hypothese, udi hvilken Karret ansees bestandig som ligefuldt, x en bestandig Størrelse, hvilken derfor kan kaldes a. Da desuden, efter det nylig sagte, $y = m$, og $dx = -\frac{n}{m}dx$, saa bliver

Elemen-

Elementet af Tyngdens Centers virkelige Fald $\frac{n.dx}{M}$. Saa man faaer for dette Tilfælde denne Ligheð.

$dx = Ndv : (na - nv + \frac{n^3}{m^3}v)$. Hvoraf det logarithmiske Integral er $x = \frac{mmN}{n^3 - nm^2} \text{Log.}\left(\frac{m^2a - m^2v + n^2v}{mma}\right)$.

§. 15.

Man kan desuden betragte det andet Tilfælde, da Vandet flyder ind paa Siden, og først efter at det er kommet ind udi Karret, faaer felles Bevægelse med det nest neden under liggende. Men i det lader sig det foranførte Princip af de levende Kræfter ei saavel anvende, som i det forrige, fordi Bevægelsen skulde med et gaae over fra intet til en endelig Hastigheð i den nye Draabe. Vi ville derfor alene iagttage, at naar man vil af den i §. 14 fundne Ligheð søge Høiden, som svarer til Hastigheden, da faaes, ved at tage Tallene paa de sædvanlige Maader, om Tallet til Logarithmus 1 kaldes c

1) af §. 14. $v = \frac{mma}{mm - nn}.\left(1 - c^{\frac{n^3 - nm^2}{m^2N}x}\right) = A$,

og om n er som intet imod m.

2) $v = a.\left(1 - c^{-\frac{nx}{N}}\right) = B$.

§. 16.

For destobedre at forstaae disse Formuler, maa man agte, at ved x forstaaes den vertikale Høide af den Cylinder, som den hele

Massa Vand, der er udflydt af Aabningen *ef* ned efter *eg*, udgiør i den hele Tid, det flyder ud. Vil man derpaa søge i Formulen §. 15, hvad den største Hastighed bliver, hvormed Vandet flyder ud, siden man let seer, at den største Hastighed ikke strax kan blive til, men gradviis, saa behøves alene at sætte $x = \infty$. Thi der er ingen Tvivl paa, at jo den største Hastighed maa være blevet til, om ikke før, da naar en uendelig Mængde Vand er løbet ud af Karret. Antages derfor Aabningen n mindre end m, bliver $n^3 - nm^2$ en negativ Størrelse, og $c^{\frac{n^3 - nm^2}{m^2 N} x} = c^{\frac{1}{x}} = 0$. Saa at den største mulige Hastighed, som Vandet i dette Tilfælde kan naae, $= \frac{mma}{mm - nn}$. Hvoraf flyder

1) At om n er som intet imod m, da bliver Høiden, som svarer til den største Hastighed $= a$, eller saa stor, som Vandets vertikale Høide udi Karret. Hvilket er, hvad man sædvanlig antager.

2) Jo større Forhold at Aabningen, Vandet flyder ud af, faaer imod Karrets Vidde, destomeer overgaaer den Høide, der svarer til Hastigheden, som Vandet flyder ud med, Vertikal-Høiden af Vandet udi Karret, som vi her antage, at blive bestandig.

3) Bliver $m = n$, da bliver Hastigheden uendelig. Thi $mm - nn = 0$.

4) Bliver n større end m, da formeres Hastigheden uophørlig, uden nogensinde at naae de sidste Grendser.

§. 17.

§. 17.

Anmerkninger, angaaende Tiden, som gaaer forbie, før den største Hastighed vindes.

Men endskiønt at der behøves nogen Tid til, at Vandet, som flyder ud, kan naae en saa stor Hastighed, som den, der vindes ved Faldet igiennem Høiden af Vandet udi Karret, saa er den Tid dog altid meget liden. For at bevise dette, behøves alene at søge Ligheden imellem Hastigheden og Tiden: Da man veed, at i Almindelighed er $dt = \frac{dx}{\sqrt{v}}$, eller om man søger den absolute Størrelse, da $dt = \frac{dx}{\sqrt{2gv}}$, §. 17 Mekan. Tillæg. For derfor at faae en Ligned imellem Hastigheden og Tiden, behøves alene at sætte, i Steden for dx, $dt\sqrt{2gv}$ i Lighederne §. 14 og 15. Eller om, i Steden for $\sqrt{2g}$, sættes $\frac{1}{\gamma}$, da forandres derved den første Ligned §. 14 til

$$(a)\quad dt = N\gamma dv : (na - nv + \tfrac{n^3}{m^2}v)\sqrt{v}.$$

Og naar n ansees som meget liden,

$$(b)\quad dt = N\gamma dv : (na\sqrt{v} - nv\sqrt{v}).$$

Sættes i Ligheden (a) $\sqrt{v} = z$, og $\frac{dv}{\sqrt{v}} = 2dz$, da forandres derved Ligheden (a) til denne anden $\frac{2N\gamma}{n}dz : (a + \frac{n^2 - m^2}{m^2}z^2)$,

saa at derfor $\frac{ndt}{2N\gamma} = \frac{mdz : (2\sqrt{a}.\sqrt{m^2 - n^2})}{\sqrt{\frac{am^2}{m^2 - n^2}} + z} - \frac{mdz : (2\sqrt{a}.\sqrt{m^2 - n^2})}{\sqrt{\frac{am^2}{m^2 - n^2}} - z}$

Hvoraf Integralen er

$$\frac{nt}{N\gamma} = m : (2\sqrt{a}.\sqrt{m^2 - n^2}) \operatorname{Log.} \frac{\sqrt{am} + \sqrt{(m^2 - n^2)}z}{\sqrt{am} - \sqrt{(m^2 - n^2)}z}.$$

Og naar i Steden for z igien sættes $\sqrt{v}$,

$$t = \frac{\mathrm{N}m\gamma}{n\sqrt{a(m^2-n^2)}} \mathrm{Log.} \frac{\sqrt{am}+(m^2-n^2)\sqrt{v}}{\sqrt{am}-(m^2-n^2)\sqrt{v}}.$$

Hvoraf man strax faaer Værdien af Tiden i Ligheden *(b)*, ved at sætte $m = \infty$, nemlig $t = \frac{\mathrm{N}\gamma}{n\sqrt{a}} \mathrm{Log.} \frac{\sqrt{a}+\sqrt{v}}{\sqrt{a}-\sqrt{v}}$.

§. 18.

Deraf sees strax, at den Hastighed $\sqrt{a}$ vindes egentlig ikke uden i en uendelig lang Tid. Thi er $v = a$, bliver $\mathrm{Log.} \frac{2\sqrt{a}}{0}$ en uendelig stor Størrelse, og derfor Tiden uendelig stor. Ikke destomindre nærmer sig dog Hastigheden i en meget kort Tid overmaade til den største. Hvilket let kan vises. Vil man til den Ende giøre Udregningen for cylindriske Kar, i hvilke Længden er b, og a Høiden efter Vertikalen over Aabningen, som Vandet flyder ud af; da fordi $\mathrm{N} = \int \frac{n^2}{m} dz$, §. 14, $= \int \frac{n^2}{m} z$, men $z = b$, naar Integralet tages til hele Cylindrens Længde, saa bliver $\mathrm{N} = \frac{n^2}{m} b$ og $\frac{\mathrm{N}m\gamma}{n\sqrt{a}} = \frac{nb\gamma}{\sqrt{a}}$. Antager man, som Mr. Bernoulli, til Unitet, at maale Tiden efter den Tid, udi hvilken en Tyngde falder igiennem den Høide $\frac{b^2}{a}$, (thi denne Unitet kan tages efter Behag) og man desuden kalder denne Tid T, da faaes for cylindriske Kar denne Ligheds

i første Tilfælde $t = \frac{n\mathrm{T}}{2\sqrt{(m^2-n^2)}} \mathrm{Log.} \frac{m\sqrt{a}+\sqrt{m^2v-n^2v}}{m\sqrt{a}-\sqrt{m^2v-n^2v}}$.

Og

Og i det andet $t = \frac{nT}{2m} \cdot \text{Log.} \frac{\sqrt{a}+\sqrt{v}}{\sqrt{a}-\sqrt{v}}$.

Søges nu paa Mr. Bernoulli Maade Tiden, hvori et Vand, som flyder ud af en vertikal Cylinder 16 Engelske Fødder lang, hvis Diameter i Aabningen er $\frac{1}{5}$ af Cylindrens Diameter i Basis. Søges, siger jeg, Tiden, udi hvilken Vandet, som flyder ud af en saadan Cylinder, skal faae en Hastighed, som svarer til den Høide $\frac{99}{100}a$, og det i den Tilfælde, da Aabningen, Vandet flyder ud af, er meget liden. Da er her $b = a$ Tiden, igiennem $\frac{bb}{a}$ eller a et Sekund $t, = T$; $\frac{n}{m} = \frac{1}{25}$; hvilket naar sættes i den første af de sidst givne Ligheder, faaes $t = \frac{1}{50}\text{Log. } 399$, eller den niende-Deel af et Sekund.

Ligger i samme Hypothese Cylindren skraae, saa at b er adskillig fra a. $b = 1104$ Fod. $a = 16$ Fod. Da findes, at Tiden, udi hvilken Vandet kan faae en Hastighed, som svarer til den Høide $\frac{99}{100}a$, beleber sig omtrent til $1\frac{1}{2}$ Sekund. Denne Tid er saaledes længere, end den i første Tilfælde, men dog endnu altid meget liden, saa man kan i Almindelighed sige, at Vandet, som flyder ud, nærmer sig i en meget kort Tid til sin største Hastighed, naar det ikke ved fremmede Hindringer, som Friktionen og andre, taber i sin Bevægelse.

§. 19.

Man kan paa selvsamme Maade opløse en Mængde af andre Spørsmaal, alle de nemlig, som angaaer Vandets Bevægelse i det Tilfælde, da Hastighedens Forandring i det tilflydende Vand ei

Maaden vises, at gjøre Udregningerne for de Tilfælde, da noget af de levende

Kræfter idelig tabes, anvendt til den Art af Vandets Bevægelse, da Karret er deelt ved et Mellem-Gulv, over og under hvilket Vandet findes.

skeer pluselig fra intet til noget, og under Bevægelsen intet af dets Hastighed og levende Kræfter tabes. Dersom dette sidste alene skeer, kan man endnu betiene sig af samme Methode, saa tidt det er bekiendt, hvad Tabet er af de levende Kræfter, eller (hvilket er det samme, af den muelige Stigning). Thi da er det unegteligt, at Momentet af Tyngdes Centers virkelige Fald maa være saa stor, som Momentet af den muelige Stigning, som ikke tabes, og af den, som tabes, begge tillige tagne.

Det er af dette Princip, at Mr. Bernoulli opløser en Deel artige Tilfælde i Vandets Bevægelse, hvoraf vi her ikke ville anføre uden et, det nemlig, da Vandet bevæger sig (Taf. I. Fig. 10.) i et prismatisk Kar, som ABCD, hvilket i EF haver et Mellem-Gulv, med en Aabning *ab*, og en anden Aabning i GH. Imod begge antager han Karrets Vidde EF som uendelig stor. Man vil vide, med hvad Hastighed at Vandet flyder ud i GH.

Fordi da EF er uendelig stor imod *ab*. Da om, som før, Høiden, der svarer til Hastigheden, Vandet flyder ud med i GH, kaldes v, Aabningen i GH, p; den i *ab*, n; da bliver Hastighedens Høide i *ab*, $= \frac{p^2}{n^2} v$. Men Hastigheden i den hele Massa af Vand $= 0$, fordi EF ansees som uendelig stor, og Hastighederne ere i forkeert Forhold af Aabningerne. Momentet derfor af den hele muelige Stigning, som vindes derved, at den Draabe GH flyder ud er, om dens Massa kaldes T; vT. Thi Bevægelsen i alle dens Dele er den samme. Dette selvsamme sees og strax af §. 14, hvor vi viiste, at i Kar, som holdtes bestandig fulde, naar Vandet stød ind oven fra, blev Elementet af den hele Stignings-Moment $= \frac{1}{M} (Ndv + nvdx$

$+ nvdx - \frac{n^3}{m^2}vdx$), og $N = \int - \frac{n^3}{m^2}dx = 0$, naar m er Ω, som og $\frac{n^3}{m^2}vdx$ af samme Aarsag $= 0$. Hvorfor Elementet af Stigningen alene bliver $nvdx$, om $HK = dx$. Men n betyder i §. 14 Aabningen GH, følgelig er ndx Massa af Draaben GHKL, som vi have kaldt T, og derfor atter igien Elementet af den muelige Stignings-Moment $= v$. T

Hvad Bevægelsen angaaer i den Draabe, som igiennem *ab* flyder ind, da taber den sig i den hele Massa af Vand, uden at foraarsage i den andet end en indvortes Bevægelse, der igien taber sig, uden at befordre Bevægelsen i den i GH udflydende Draabe. Men Momentet af den muelige Stigning i den var $\frac{Tp^2}{n^2}v$. Thi dens Massa er saa stor som Massa i Draaben GHKL. Saaledes tabes idelig under Bevægelsen et elementær Moment af den muelige Stigning, som $\frac{Tp^2}{n^2}v$. Men Elementet af det virkelige Fald er §. 4 $- \frac{xydx}{M}$, hvor x betyder Vandets hele vertikale Høide over Aabningen GH, Vandet flyder ud af, og M betyder Massen af alt Vandet. Men $- ydx = T$, og Momentet af $- \frac{xydx}{M}$ er Tx, følgelig faaes for det hele søgte Tilfælde denne Ligned $\frac{Tp^2}{n^2}v + Tv = Tx$, eller $v = \frac{n^2x}{p^2+n^2}$, hvoraf flyder,

1) At Vandet stiger strax til den Høide $\frac{n^2x}{p^2+n^2}$. Men da x idelig formindskes og tager af, bliver Høiden, som Vandet stiger til, alt mindre og mindre.

2) Jo

2) Jo mindre Aabningen *ab* er imod GH, til en deſtomindre Høide ſtiger Vand Straalen.

3) Naar Vandet er udløbet ganſke af den everſte Deel, bør det, i Følge §. 5. 3) ſtige til den Høide CF, om Direktionen gaaer ellers op efter.

Denne Theorie ſtemmer med Mariottes Erfaring (*), ſom kalder denne Bevægelſe, fordi den var heiſt-aventelig, den forunderlige Bevægelſe. Mariotte lod Vandet flyde ud af et Kar, ſom Taf. II. Fig. 11., ABCHKD, hvilket havde et Mellem-Gulv i EF, udi hvilket jo mindre Aabningen *ab* var imod den anden GH, hvoraf Vandet ſprang, deſto lavere ſprang i Begyndelſen Vandet. Karret var fra ført af fuldt af Vand efter LM. I Begyndelſen ſteeg Straalen til *c*, ſiden faldt den til *d*, endelig til *e* og *k*, nemlig, da Vandet var faſt ganſke udfløbet af LEFM. Men efter at Vandet var udløbet af dette ſidſte Rum, ſteeg Straalen ſom med et omtrent op til F.

Anden

(*) Mariotte *Traité du Mouvem. des Eaux*, IV. Part. 1 Diſcours. 2 Regle. Exemple.

Anden Forelæsning.

Om det udflydende Vands Mængde, og de i dets Bevægelse hinderlige Aarsager.

§. 17.

Vanskeligheder, som møde, naar man vil slutte Hastigheden af det udflydende Vands Mængde.

Vi erindrede i forrige Forelæsning, at saa tidt som man af det Vands Mængde, som flød i en vis Tid ud af smaa Aabninger, vil slutte sig til den Hastighed, hvormed Vandet, eller hvad anden flydende Materie, som det er, bevæger sig ud af Aabningen, at disse Erfaringer da langt fra ikke stemme overeens med de forrige. Thi man finder paa denne Maade en ulige mindre Hastighed, end den er, hvormed de Vand-Dele, hvis Bevægelse af udvortes og fremmede Aarsager ikke svækkes, bevæge sig ud af Aabningen. Men for at forstaae dette saa meget desto bedre, maa agtes, at det udflydende lider ved Bredderne af Aabningen en Friktion, som anseelig svækker Bevægelsen. Vandets Dele hænge desuden sammen med en sammenhængende Kraft eller Tenacité, hvorved de Dele af Straalen, som bevæges langsommere, hindre Bevægelsen i de af deslige Aarsager uhindrede og ved dem nestliggende Dele, da derimod disse sidste eller hastigst bevægede trække de langsommere i Bevægelse efter sig. Dette gior, at i smaa Aabninger ikke uden den midterste Deel af Straalen kan ansees for at bevæge sig uden Hinder, og da man af

dens Bevægelse slutter sig til Hastigheden i §. 8, 9, saa kan ved de paa denne Maade anstillede Forsøg den sande Hastighed findes; imidlertid at man maa faae en ulige mindre Mængde af udflydende Vand, end hvad i Følge den Theorie skulde findes, som antager, at Vandet bevæger sig ud af Aabningerne uden al Svækkelse og Hinder.

§. 18.

Mængden af det udflydende Vand bestemmes, naar Hastigheden, det flyder ud med, bliver idelig uforandret den samme.

De allerede anførte Aarsager ere desuden ikke de eneste. Men før vi indlade os i at tale videre om dem, er det tienligt, i Forveien at anføre Theorien af Vandets ensdanne Bevægelse ud igiennem Aabninger af given Størrelse. Vi antage her, at Hastigheden i alle det udflydende Vands Dele og hele Tiden igiennem, saa længe Vandet flyder ud, uforandret bliver den samme. Dette skeer for nogen Tid i de Kar, i hvilke Aabningen er meget liden imod Karrets Vidde, hvad heller saa Aabningen falder i Bunden eller paa Siden. Ligeledes og i de Kar, udi hvilke Vandet altid underholdes til samme Høide, i hvad Størrelse at Aabningen i Bunden haver, alene at den er mindre, end Karrets. Thi er et cylindrisk Kar uden Bund, da seer man strax, at Vandet maa styrte ud, og følge de faldende Tyngders Love, skiønt det formedelst Lagenes ulige Hastighed maa splitte sig ad. Men om end Karrene holdes bestandig fulde, uden at Vandets Bevægelse derved forandres, maa Aabningen paa Siden altid være meget liden, om alle Vand-Delene skulle kunne ansees som at bevæge sig ud med den samme Hastighed, fordi enhver Deels Hastighed beroer paa det ovenover staaende Vands Høide udi Karret. §. 3. Og endda antage

vi

vi i alt dette, at ingen Hindring udvortes fra svækker Bevægelsen af Vandet.

§. 19.

Alt i den Hypothese af §. 18 følger. At det udflydende Vands Mængde er et ret Prisma, hvis Grund-Flade er Aabningen paa Karret, som det flyder ud af, og hvis Længde eller Høide er Hastigheden multiplicert med Tiden, eller, hvilket er det samme, det hele Tiden igiennem af Vandet igiennemlobne Rum. Kaldes derfor det udflydende Vands Mængde Q; den ensdanne Hastighed H; Aabningen i Quadrat-Indhold A; Tiden, udi hvilken Vandet flyder ud, T; da bliver $Q = A.T.H.$ Af hvilken Slutning vi i det følgende udførligere skulle betiene os.

§. 20.

Undersøger man det Vands Mængde, som i en vis given Tid flyder ud, da finder man samme meget mindre, end det burde være efter §. 19; tildeels af de foranførte Aarsager, men i sær, fordi Vand-Straalen strax uden for Aabningen, den flyder ud af, trekker sig sammen, nemlig i en Distance fra Aabningen saa stor, som Aabningens Diameter; hvad heller at denne Aabning ligger i Bunden eller paa Siden af Karret; hvad heller at den er liden eller af middelmaadig Størrelse. Ligeledes synes den og at blive den samme, hvad heller at Vandet staaer til større eller mindre Høide over Aabningen. Saaledes, om (Taf. I. Fig. 12.) den cylindriske Aabning i Karret er *ab*, trekker Straalen sig sammen til en Aabning,

I at domme det udflydende Vands Mængde, maa man i Steden for den Aabning, Vandet flyder ud af, regne paa Aabningen af den sammentrokne Straale.

som cd, og efter hvad Erfaring viser, saaledes; at ab forholder sig til $cd = \sqrt{2} : 1$. Folgelig, naar man vil af det udlobne Vands Mængde slutte sig til Hastigheden, bor man ikke regne paa Aabningen ab, men paa Aabningen cd, eller paa $(ab) : \sqrt{2}$.

Man kan forsikre sig om dette sidste, ved virkelig at maale Diametrerne udi Aabningerne ab og cd, da man finder deres Forhold at være den af $25 : 21$. Da derfor cirkulære Aabninger forholde sig som Diametrernes Quadrater, saa blive Aabningerne selv $= 25.25 : 21.21$, eller $\sqrt{2} : 1$.

§. 21.

Folgelig maa den forrige Sætning forandres til $Q = \sqrt{2}A.T.H$. Hvoraf Hastigheden af det udflydende Vand strax findes; thi $H = (Q) : (\sqrt{2}.A.T)$. Og man seer paa selvsamme Maade, at man i alle deslige Beregninger over Mængden af det i en given Tid med en vis Hastighed udflydende Vand altid i Steden for Aabningen ab selv, maa betiene sig af den sammentrokne Straales Aabning cd (*).

§. 22.

(*) Den berømte Neuton er den første, som man haver denne Anmerkning at takke, og den synes at have været Aarsag i, at denne store Geometre holdt for, at Hastigheden, hvormed Vandet flod ud i ab, ikke var nogen anden, end den, som svarede til Vandets halve Høide over ab udi Karret. Thi da igiennem ba i samme Tid bestandig maa flyde ligesaameget Vand, som igiennem cd; saa maa og nødvendig Hastigheden i ab være i den Forhold af $1 : \sqrt{2}$ imod Hastigheden udi cd. Men Hastig-

§. 22.

Denne Vand-Straalens Sammentrekning udi *cd* kommer til stor Deel af det nederste Vand i Karret dets skieve Bevægelse hen imod Aabningen *cd*, hvorfor den og kan forekommes, dersom Vandet, i Steden for at bevæge sig igiennem en smal cylindrisk Aabning, som *ab*, bevæger sig igiennem et lidet cylindrisk Rør af samme Vidde, og seiet til Aabningen *ab*.

Hvoraf denne Sammentrekning i Straalen kommer, og hvorledes den kan forekommes ved cylindriske Rør.

Er derimod et saadant Rør, som sættes paa *ab*, konisk, og saaledes anlagt udi *ab*, at den smallere Ende *cd* ligger nederst, da trekker Aaren sig altid sammen neden under *cd*.

§. 23.

Men er Røret konisk, og saaledes anlagt, som i Fig. 5, at den bredeste Diameter vender ned eller ud efter fra Karret, da skeer

Igiennem koniske Rør, hvis vide Ende ven-

Hastigheden = 1 : $\sqrt{2}$ faaes ved Faldet igiennem Høider som $\frac{1}{2}$ og 1. Følgelig kan Hastigheden udi *ab* ikke være nogen anden, end den, der svarer til Vandets halve Høide over *ab* udi Karret. Herved maa dog vel agtes, at her ikke meer handles om, hvad Hastigheden udi *ab* er i sig, men hvad den bliver, naar Straalen udi *cd* haver trukket sig sammen, saa $cd = (ab) : \sqrt{2}$. Men deraf kan ei sluttes, hvad den virkelig i sig var i *ab*, naar i *cd* ingen Sammentrekning af Straalen havde Sted. Thi at denne Hastighed da i sig er anderledes, kan strax ersates, naar man i *ab* hefter et lidet cylindrisk Rør til Aabningen af samme Vidde, som Aabningen selv, fordi da flyder Straalen ud, uden at trekke sig sammen, efter hvad Erfaring viser, med den Hastighed, som svarer til Vandets hele Høide over *ab* udi Karret. Saa at den samme Kraft, som trekker i horizontal Bevægelse Straalen sammen langs hen efter *ac*, svækker og Hastigheden udi *ab*; saa at deraf intet kan sluttes.

der ud ad, flyder meer Vand ud i samme Tid, end igiennem cylindriske, om end Aabningen i Karret og Vandets Høide i det blive de samme.

det, at Straalen, langt fra at trekke sig sammen, meget meer bliver bredere; Hastigheden bliver uforandret den, som svarer til Høiden af Vandet udi Karret Dh, men i dette sidste Tilfælde flyder meer Vand ud igiennem en Aabning, som fe, end igiennem samme Aabning, om Roret var cylindrisk, og overalt af den Vidde gh. Hastigheden bliver derfor i dette Tilfælde større i gh, end i fe.

Dette sidste kommer alene af Vandets sammenhengende Kraft, hvorved en Deel trekker den anden med sig, og derved fylder Roret, hvis Sider ligeledes trekke Vandet ind imod sig. Følgelig, da disse Kræfter ikke ere uden af ringe Betydenhed, maa Siderne af Roret ge og fh ikke vare lange, thi ellers fylder Vandet ikke Roret, og man kan da heller ikke længere dømme det udflydende Vands Mængde af Aabningen fe, multiplicert med Vandets igiennemløbne Rum, som i §. 19.

§. 24.

Men om Vandet splitter sig, og Roret $efgh$ er langt, da bliver desuagtet Vandets Hastighed udi ef altid den, der svarer til Vandets hele Høide udi Karret over fe, eller til Høiden Dh. Thi Pressionens Beskaffenhed bliver endnu den samme, som i §. 3. Siderne af Karret giøre alene, at Vandet igiennem dem ei kan flyde ud, og det flyder heller ikke ud igiennem Siderne i dette Tilfælde.

§. 25.

Hindringen af Rivningen i Aabningerne, som Vandet flyder ud af, er disses ydere Om-

Hvad sig angaaer Hindringen, som foraarsages af Vandets Rivning imod Siderne i de Aabninger, igiennem hvilke det flyder ud, da seer man strax, at samme er proportionert Aabningernes Perimeter, eller hele Superfice.

Følge-

Følgelig, da det er beviist, at iblant alle Figurer af samme Perimeter ingen indeholder større Rum, end Cirklen, saa sees, at Vand-Delene over deres Rivning imod Aabningen i intet Tilfælde tabe mindre af deres Hastighed, end naar den er en Cirkel. Saa at Cirkel-Aabningerne ere derfor de fordeelagtigste i denne Henseende, igiennem hvilke man kan lade Vandet bevæge sig.

kreds proportionert, og derfor ere de cirkulære Aabninger de beste.

§. 26.

Da Cirklernes Peripherier ere som deres Diametrer, men deres Indhold som Diametrernes Quadrater. Kaldes da Diametern d, bliver den Deel Vand, som ved Rivningen forhindres i at flyde ud, proportionert d, og det Vand, som i samme Tid fylder Aabningen, bliver proportionert dd. Følgelig, naar dette sidste kaldes Q, da er $dd : d$ som Q, eller, alt det Vand, der kan rummes i Aabningen, til det Tab, dette sidste gior i at flyde ud; hvilket derfor bliver $Q : d$. Naar videre det Hele af Vandet igiennemløbne Rum kaldes R, bliver Tabet af alt det udflydende Vand $= \frac{QR}{d}$, thi hver Gang Aabningen fyldes med Vand, tabes ved Friktionen ligemeget. Hvoraf følger, at naar den samme Mængde Vand flyder ud af adskillige cirkulære Aabninger, da bliver Tabet af Vandet (eller den Deel af det, som over Friktionen flyder mindre ud, end skee burde) i forkeert Forhold af Aabningens Diameter.

I Cirkel-Aabninger er Tabet, som det samme Vand, i at flyde ud, gior, i forkeert Forhold af Diametern, for saa vidt som samme foraarsages af Rivningen.

§. 27.

Jo større derfor at Aabningen er, destomindre er Tabet af Vandet. Saa man faaer altid i Proportion ulige mindre

Af mindre Cirkel-Aabninger flyder derfor i

Vand

samme Tid mindre Vand ud, end af større.

Vand i samme Tid af mindre, end af større Aabninger, hvilket i Vandets Uddeelning meget ofte er betydeligt at iagttage, og det saa meget meer, som de mindre Aabninger endnu paa en anden Maade lide af de større, om større eller mindre findes paa en og den samme Side sammen af et og det samme Kar saaledes, at deres Centrer ligger omtrent i samme Linie. Thi Vandets sammenhengende Kraft foraarsager, at det bevæger sig i større Mængde henimod de store, og sparsommere imod de smaa, saa at ved disse sidste da paa en dobbelt Maade tabes.

§. 28.

Den absolute Størrelse af dette Tab bestemmes i Cirkel-Aabninger.

Men for at kunde i enkelte Tilfælde udregne det Tab, som man over Friktionen gier i Vand; eller hvor meget man for denne Aarsags Skyld af det faaer mindre igiennem Cirkel-Aabninger, end man burde; er det nødvendigt, ved Erfaring i et Tilfælde at bestemme, hvad Forhold Tabet har til den Mængde Vand, som, naar ingen Hindring var, burde flyde ud. Kaldes Tabet D, da er D proportionert $Q : d$, §. 26, og $D = nQR : d$, hvor n er en bestandig Størrelse, som tilkiendegiver det Tab, hvilket i en vis Tilfælde findes ved Erfaring, nemlig ved en Aabning af given Diameter, igiennem hvilken Vandet flyder med en vis given Hastighed.

For at bestemme n, antager man sædvanlig, at naar Hastigheden, hvormed at Vandet bevægede sig igiennem Aabningen, var 27 Pariser Fod 11 Tomme $1\frac{1}{2}$ Linie i et Sekund, det er at sige den, som vindes ved Faldet igiennem 13 Fod, om da tillige Diametern af den cirkulære Aabning blev 3 Linier, flød ikke meer end 28 Pund Vand ud af Aabningen i et Minute. Da derfor,

i Følge

i Følge §. 19, findes, at i samme Tid 40 Pund Vand burde flyde ud; Saa bliver i Ligheden $D = \frac{nQR}{d}$, i dette Tilfælde $D = 12$. $QR = 40$, og $d = 3$, eller $12 = \frac{n \cdot 40}{3}$, saa $n = \frac{36}{40} = \frac{9}{10}$.

§. 29.

Deraf følger, at man behøver alene, saasnart som i et vist givet Tilfælde den hele Andeel Vand er bekiendt, hvilken, i Følge §. 19, burde flyde ud, simpel hen at følge denne Formul $D = (\frac{9}{10}QR) : d$, for at finde, hvad man faaer af udflydende Vand mindre, end man burde, i hvilken Formul QR betyder det hele udflydende Vands Mængde, naar ingen Hindring var. Saaledes, om QR var $= 100$, og denne Mængde Vand var flødt ud igiennem en Aabning af 3 Tommer, da er $d = 36$ Linier, og $D = 2\frac{1}{2}$ Pot Vand.

Dog kan herved agtes, at det i §. 28 i Erfaringen anførte Tab er ei alene det, som kommer af Rivningen, men endog af Vand-Straalens Sammentrekkelse, saa at man derfor, naar man vil tage Forsøg over Tabet af Rivningen alene bør dertil betiene sig af cylindriske Rør, efter det forhen i §. 22 forklarte.

§. 30.

Det eneste, som man her endnu kunde forlange at vide, er, hvorledes Mængden af Vandet, naar det i en vis given Tid af en vis given Aabning uhindret flyder ud, kan findes efter §. 19, i

Følge hvilken $Q = T.A.H.$ Da, for at finde Q, i ingen Henseende nogen Slags Vanskelighed kan forefalde, uden alene i at bestemme Hastigheden af det udflydende Vand, saa maa agtes, at den altid bestemmes af Vandets Høide i Karret §. 3, og udregnes derfor efter §. 56 Mekan. Forel.

Men heri antages, at alle Vand-Draaberne bevæge sig ud af Aabningen med en og den samme Hastighed. Bevæge de sig derimod ud af den med adskillige Hastigheder, bliver Tilfældet et langt andet, hvorom skal blive handlet i nestkommende Forelæsning.

§. 31.

Ligeledes i de Quadrate.

Efter Cirkel-Aabningerne ere de firkantede i Brugen de sædvanligste. Saafremt at disse sidste ere Quadrater, hvilke iblant alle firkantede under den mindste Peripherie indeholde det største Rum, og derfor ere de tienligste, men siden af Quadraten $= q$; da bliver Quadratens Rum til dens Perimeter $= q^2 : 4q$, eller $= q : 4$. Men i Cirklen, hvis Diameter er Siden af Quadraten, bliver denne Forhold og $q : 4$. Følgelig maa Forholden af Tabet i Vand til den hele Mængde, der uhindret skulde flyde ud, være $\frac{9}{10}$ i Quadrat-Aabninger, som før i §. 29, $D = \frac{9}{10}(QR) : q$: Hvor, som før, QR betyder det udflydende Vands hele Mængde, og q Siden af Quadraten.

§. 32.

Og i de retvinklede Parallelogram-Aabninger i Almindelighed.

Er derimod Aabningen et retvinklet Parallelogram, hvis ene Side er a, den anden b, da forholder sig Parallelogrammets Indhold til dets Perimeter, som $ab : 2(a+b)$. Man kan, for at arbeide

beide i alle Tilfalde efter samme Forhold, tage her, som i §. 31, Tabet proportionert Indholden i Perimetern. Følgelig, naar Vandet, der fylder Aabningen, kaldes, som før, Q, bliver $ab : \frac{(a+b)}{2} = Q : \frac{Q(a+b)}{2ab}$, og Tabet af det hele udflydende Vand bliver $\frac{nQR(a+b)}{2ab} = D$. Men da n kan bestemmes af et eneste Forsøg, kan man heri alene undersøge, hvad n bliver, naar $a = b$, eller Rectanglet forandres til en Quadrat, da man faaer $n = \frac{9}{10}$, §. 31. Følgelig bliver for alle Rectangler $D = \frac{9}{20} \cdot \frac{RQ(a+b)}{ab}$.

Hvor igien RQ forestiller det udflydte Vands hele Mængde, om ingen Hindring var, og saavel a som b gives i Linier, efter hvad forhen er blevet viist i §. 29.

Tredie Forelæsning.

Om Vandets Bevægelse af Tyngden igiennem Aabninger paa Siden af anseelig Storrelse. Fremdeles om Vandets Bevægelse i Almindelighed ud af Karrene, naar de holdes bestandig fulde.

§. 33.

Naar Vandet flyder ud af et Kar paa Siden, er Hastigheden i alle horizontale Lag foranderlig i den udflydende Straale.

Man kan af det, vi have allerede forklart udi forrige Forelæsning, bestemme temmelig neie det udflydende Vands Mængde, enten ved at see alene paa den formindskede Aabning, som Straalen i at flyde ud, gier sig selv; Eller om ingen saadan formindsket Aabning er, da ved at see paa det Tab, som forvoldes af Friktionen. Saa tidt som alle Straalens Dele bevæge sig med den samme Hastighed, nærmer man sig anseelig, ved Hielp af disse Methoder, til den sande Mængde af det udflydende Vand. Men det er meget sielden, at man kan saasnart, som Aabningerne ligge paa Siden af Karret, antage, at alle Straalens Dele have den samme Fart. Thi da Hastigheden altid beroer paa det ovenover staaende Vands Høide, saa maa nødvendig, saasnart som Aabningen paa Siden ikke er uendelig liden; de over-

ste

ste Dele af Straalen bevæges langsommere, de neden under hastigere, men alle med hinanden med en ujevn og uligedan Bevægelse.

§. 34.

Maaden vises, at bestemme Middel-Hastigheden i Side-Aabninger, som ere Parallelogrammer, naar de begynde ved den øverste Vand-Linie.

For at giøre de herhid hørende Anmerkninger saa meget destolettere, ville vi først ikke betragte andre Aabninger, end de firkantede, og i sær de i Brugen mest forekommende, nemlig retvinklede Parallelogrammer. Er da (Taf. I. Fig. 13.) ABDCEF et Kar, hvorudi Vandet flyder ud af den Aabning *ac*, i hvilken det er nok, at betragte Midt-Linien *ac*. Er hele Karret fuldt med Vand, som styrter ud igiennem *ac*, da sees strax, at den Linie *ab*, som forestiller alle det udflydende Vands Hastigheder, bliver en Parabol, hvis Axel er *ac*; Thi skal enhver Halv-Ordinate i denne Linie, som *de*, være proportionert Hastigheden af det udflydende Vand, saa *de* er proportionert Quadrat-Roden af *ad*. §. 3. Og *da* kaldes x, *de*, y, er y proportionert $\sqrt{x}$, y^2 proportionert x, og derfor $y^2 = ax$, naar ved a forstaaes en uforanderlig Størrelse, ved hvilken Størrelserne i Ligheden giøres alle af samme Slags; af hvilken Lighed det er strax klart, at denne krumme Linie er en Parabol.

§. 35.

Hvad Middel-Hastigheden er.

Den Deel Vand derfor, som flyder ud af Aabningen, er proportionert det parabolske Rum *acb*, naar hvert Lag Vand for sig flyder ud med foranderlig Hastighed, med en Hastighed nemlig, som er proportionert Høiden af det ovenover staaende Vand. Men i alle deslige Tilfælde, hvor Hastigheden i de adskillige Lag af det

udflydende Vand er foranderlig, gier man ulige bedre i at betragte **en Middel-Hastighed**, en saadan nemlig, hvilken, om var i alt det udflydende Vand den samme, da i samme Tid endnu den samme Mængde Vand af samme Aabning skulde flyde ud, som før, da nemlig alle Draaberne bevægede sig, hver for sig, ud af Karret med deres virkelige, men under sig adskillige, Hastigheder.

§. 36.

Den, som svarer til §. 34, bestemmes.

Der er ingen Vanskelighed i at bestemme denne Hastighed i det Tilfælde af §. 34. Thi kaldes denne Hastighed H, Aabningens Størrelse A, da bliver, naar Tiden er bestandig, det udflydende Vands Mængde $Q = A.H$, §. 19. Men Q er og som det parabolske Rum *acb*, §. 35. Følgelig bliver $A.H = acb$. Eller, da man veed af den koniske Geometrie, at det parabolske Rum *acb* er saa stort som $\frac{2}{3}ac.cb$, saa bliver $A.H = \frac{2}{3}ac.cb$. Men $A = ac$, fordi vi her ikke have taget uden Midt-Linien af Aabningen i Betragtning. Derfor bliver $H = \frac{2}{3}cb$. Men *cb* er den største Hastighed i det udflydende Vand, saa at deraf følger.

At, saa tidt som Vandet flyder i heel Parabol ud af en Aabning paa Siden, giores det ikke nødig at giore Udregningen efter de ulige Hastigheder i de adskillige Lag. Man kan i den Sted betragte hele Vandet, som om det flod ud af Aabningen med en eneste Middel-Hastighed, som er to Trediedelen af den største Hastighed i det udflydende Vand, af den nemlig, hvormed de nederste Vand-Draaber flyde ud af Karret.

§. 37.

§. 37.

Men det er meget sielden, at Vandet flyder ud af fuld Aabning, følgelig og ligesaa sielden, at Summen af alle det udflydende Vands Hastigheder kan forestilles ved det hele parabolske Rum *ach*. De fleste Tider skeer det i Praxis eller Brugen, at Vandet i Karret staaer oven over Begyndelsen af Aabningen til en vis Høide. Som naar man i Fig. 13 forestiller sig Vandet i Karret, at have den Høide *ac*, men Aabningen *dc* derimod først at begynde i *d*. I dette Tilfælde er det øieensynligt, at Summen af Hastighederne i det udflydende Vand alene bliver det parabolske Trapeze *debc*. Og følgelig bliver Summen af alle Hastigheder $= \frac{2}{3}(ac.cb - ad.de) = H.dc$; saa at derfor Middel-Hastigheden $H = \frac{2}{3}(ac.cb - ad.de) : dc$.

Det samme, naar disse Side-Aabninger ligge til en vis Dybde under Vander.

§. 38.

Paa denne Maade kan Middel-Hastigheden i begge disse Tilfælde bestemmes, men i Henseende til det sidste kan man endnu, alene ved Hielp af det første Tilfælde, kortere, uden nemlig at bekymre sig om Middel-Hastigheden, bestemme det udflydende Vands Mængde, saa at vi derfor ville undersøge dette Tilfælde noget nøiere.

Det samme anderledes.

Det første, hvilket vi ville bestemme, er den Høide, som da svarer til Middel-Hastigheden. Kaldes den største Hastighed *c*, Middel-Hastigheden, som før, H; den til samme svarende og søgte Høide *x*, da bliver (§. 48 Mek. For.) $ac : x = c^2 : H^2 (= \frac{4}{9}c^2)$, og derfor $x = \frac{4}{9}ac$; saa, for at finde Middel-Hastigheden i det Tilfælde af §. 34, behøves intet andet, end at søge den Hastighed, som

som vindes ved Faldet igiennem $\frac{4}{9}$ af Vandets hele Høide i Karret over det nederste af Aabningen.

§. 39.

Man kan ligeledes bestemme denne Høide af Middel-Hastigheden umiddelbar (§. 57 Mek. For.), da man faaer $x = \frac{H^2}{60}$. Hvoraf tillige det Punkt under Vandet, eller det Lag i det udflydende Vand, bestemmes, som bevæger sig ud med Middel-Hastigheden.

Deraf sees, at Parametern i den herhid hørende Parabol er 60. Thi kaldes Parametern p, da bliver $px = \frac{pH^2}{60} = H^2$; og $p = 60$.

§. 40.

Mængden af det udflydende Vand er i alle Tilfælde proportionert Aabningen, multiplicert med Middel-Hastigheden, om Tiden er den samme. Følgelig, om Aabningens Bredde $= b$, Høiden $= l$, bliver Mængden af det udflydende Vand proportionert $b.l.H$. Men l er i det Tilfælde af §. 34 proportionert Quadraten af Hastigheden §. 3 og 34. Følgelig er i samme Tilfælde det udflydende Vands Mængde proportionert $b.H^3$. Og om Bredderne i adskillige Aabninger ere de samme, bliver den proportionert Kubus af Middel Hastigheden.

§. 41.

Men Middel-Hastigheden er den største Hastighed, igien proportionert §. 36. Følgelig bliver i det Tilfælde af §. 34 det udfly-

udflydende Vands Mængde proportionert Kubus af den störste Hastighed.

Veed man derfor ved et for alle Gange giort Forsøg, hvad Mængde Vand der flyder ud af et retvinklet Parallelogram med en vis given Hastighed, kan man deraf udregne det for alle andre deslige Aabninger, som de i §. 34. Thi Mængderne af det udflydende Vand ere proportionerte de störste Hastigheders Kubis, multiplicerte med Tiden, hvori Vandet flyder ud af Kar, som holdes bestandig fulde.

§. 42.

Mængden af Vandet, som flyder ud, bestemmes.

Deraf bestemmes videre, hvad Mængde Vand der maa flyde ud af de i det sidste Tilfælde §. 37 omtalte Aabninger. Thi er Aabningen alene den Deel, som i Fig. 13 svarer til Høiden dc. Da kan den Deel Vand, som i en vis given Tid flyder ud igiennem da, bestemmes af §. 41, eller af §. 36. Kaldes dette Vand V, det, som i samme Tid flyder ud af Aabningen dc, v. Da er $V + v : V = cb^3 : de^3$, §. 41. Thi Bredden af Aabningen og Tiden er den samme. Og $v : V = cb^3 - de^3 : de^3$. Følgelig bliver $v = \frac{V.(cb^3 - de^3)}{de^3}$. Hvoraf følger

At, for at finde den Andeel Vand, som ved sin egen Tyngde flyder ud af en Aabning, hvis Høide ikke er uden dc, behöves alene,

1) At søge den Deel Vand, som i samme Tid flyder ud igiennem ad, Resten af Høiden nemlig, hvortil Vandet staaer i Karret. Og

2) at søge den fierde proportionelle til Kubus af Vandets største Hastighed udi d, til denne Kubus dens Forskiel fra Kubus af Vandets Hastighed udi c, der nemlig, hvor Aabningen endes, og til den Deel Vand, som i den givne Tid burde flyde ud igiennem ad. Denne fierde proportionelle er Mængden af Vandet, hvilket udi samme Tid flyder ud igiennem Aabningen, hvis Heide er dc, men Bredden den samme, som i den Aabning, hvis Heide er ad.

§. 43.

Middel-Hastigheden bestemmes i cirkulære Aabninger.

Angaaende Middel-Hastighedens (*) Bestemmelse i de øvrige Aabninger, som i Brugen kunde forekomme, ville vi alene kortelig agte angaaende de cirkulære.

1) Om

(*) Angaaende den almindelige Methode, at bestemme Middel-Hastigheden for alle andre Aabninger, da ville vi her oplyse den som en Sag, der alene beroer paa Regning. Er da (Taf. I. Fig. 14.) ABC en Aabning paa Siden af et Kar, og ABC et geometrisk eller algebraisk Plan, saaledes beskaffen, at naar $Bt = x$, ti er en Funktion af x, og bestandige Størrelser eller $ti = fx$. Er videre Hol den Parabol, hvis Halv-Ordinater forestiller Hastighederne, saa at ro er proportionert Hastigheden i det Lag af Vand, der flyder ud udi ni, o. s. v. Da ere alle disse Halv-Ordinater, som ro, bekiendte, og naar Tiden ansees som bestandig, bliver den Deel Vand, som flyder ud af Aabningens Element $nikp = dx.fx.ro$. Følgelig bliver den Deel Vand, som flyder ud af den hele Aabning $Ani = \int(dx.fx.ro)$. Men om Middel-Hastigheden kaldes, som før, H, da, fordi hele Aabningen $ABC = \int dx.fx$), bliver $H.\int(dx.fx) = \int dx.fx.ro$. Derfor og i Almindelighed $H = \frac{\int dx.fx.ro}{\int dx.fx}$.

Første

1) Om (Taf. II. Fig. 1.) en Aabning er cirkulær, og den øverste Vand-Linie af Vandet, som flyder ud, er i B. Kaldes da Halv-Diametren af Aabningen r, Cirkel-Rummet FAB, C. Den største Hastighed, hvormed Vandet i F flyder ud, h; da bliver Middel-Hastigheden af Vandet $H = \frac{16r^2h}{15C}$.

2) Lig-

Første Exempel. Er ABC et Parallelogram, hvis Bredde kaldes a, og Vandet begynder i B, da bliver $fx = a$. $ro = \sqrt{x}$ og $H = \frac{\int(a\sqrt{x}dx)}{\int adx}$ $= \frac{\frac{2}{3}ax^{\frac{3}{2}}}{ax} = \frac{2}{3}x^{\frac{1}{2}}$. For den hele Aabning er $x = BE$ og $H = \frac{2}{3}\sqrt{BE} = \frac{2}{3}FI$. Følgelig bliver da Middel-Hastigheden $\frac{2}{3}$ af det udflydende Vands største Hastighed, saaledes, som vi før have fundet den at være i §. 36.

Andet Exempel. Ligger Aabningen lavere end Vandet, saa dens Høide er som i Fig. 13, dc, og Vandets Høide ac, men, som før, Aabningen et retvinklet Parallelogram; da bliver endnu $\int\sqrt{dx.fx.ro} = \frac{2}{3}ax^{\frac{3}{2}}$, og $\int\sqrt{dx.fx} = \int ax$. Men disse Integraler maa gjøres fuldstændige derved, at de bør være intet, naar $x = ad$ eller c. Saa man faaer $H = \frac{\frac{2}{3}\left(b^{\frac{3}{2}} - c^{\frac{3}{2}}\right)}{b-c}$, om den hele Høide $ac = b = \frac{2}{3}(ac.cb - ad.de) : dc$, som i §. 37.

Tredie Exempel. Var Figuren ABC (T. I. F. 15.) et Triangel, hvis Spidse B vender op efter, og Vandet staaer til B. Kaldes den horizontale Grund-Linie AC, a; Høiden BE, b. Da bliver $ni = \frac{ax}{b}$ og $\int(dx.fx.ro)$

2) Ligger en saadan Cirkel-Aabning dybt under Vandet, og Aabningens Halv-Diameter er ubetydelig liden imod Vandets Høide over den, da bliver Middel-Hastigheden den, som svarer til Vandets Høide over Aabningen, eller, om man vil; den, hvormed Vandet flyder ud af Aabningens Center.

§. 44.

$= \int \left(\frac{a}{b} x^{\frac{3}{2}} dx\right) = \frac{2a}{5b} x^{\frac{5}{2}}$, og $\int dx . fx = \frac{a}{2b} x^2$. Følgelig bliver $H = \frac{4}{5}\sqrt{x}$: og for den hele Høide af Aabningen $= \frac{4}{5}\sqrt{BE} = \frac{4}{5}FI$. Eller og Middel-Hastigheden bliver i dette Tilfælde $\frac{4}{5}$ af den største Hastighed.

Fierde Exempel. Vender Spitsen af Trianglet ned efter, alt for Resten som før, og Begyndelsen af x er i Basis af Trianglen, som nu ligger i B. Da bliver $ni = \frac{ab - ax}{b}$ og $\int dx . fx . ro = \int \frac{ab - ax}{b} \sqrt{x} . dx$ $= \frac{2}{3} ax^{\frac{3}{2}} - \frac{2}{5} \cdot \frac{a}{b} x^{\frac{5}{2}}$. Hvilket igien for det hele Triangel, da $x = b$ beløber $\frac{4}{15} ab^{\frac{3}{2}}$. Hvilket dividert med Aabningens Indhold bestemmer Middel-Hastigheden $H = \frac{8}{15}\sqrt{b} = \frac{8}{15}FI$. Fig. 14.

Femte Exempel. Staaer (Taf. I. Fig. 15.) Trianglet ABC under Vandet til den Dybde $aB = c$, alle Benævninger ellers gjorte, som i tredie Exempel, da bliver $ro = \sqrt{c + x}$, og naar $\sqrt{c+x} = y$, er $dx = 2ydy$. Følgelig bliver $\int dx . fx . ro$, eller

$$\int \frac{a}{b} x dx \sqrt{x+c} = \int \frac{a}{b} (2y^4 dy - 2cy^2 dy) = \frac{2a}{b} \left(\tfrac{1}{5} y^5 - \tfrac{1}{3} cy^3\right)$$

$$= \frac{2a}{b} \left(\frac{\sqrt{x+c}^2}{5} - \frac{c(x+c)}{3}\right) \cdot \sqrt{x+c},$$ hvilket Integral gjøres fuldstændigt ved at agte, at naar $x = 0$, bliver Integralet

§. 44.

Efter at have giort disse Anmerkninger, ville vi igien foretage det i §. 13 sagte. Da man seer, at det udflydende Vands Mængde i Kar, som holdes bestandig fulde, eller $Q = A.T.H$, nu altid kan bestemmes, alene at Middel-Hastigheden søges i Aabningerne paa Siden, og at Aabningens sande Størrelse, som man bør regne paa, beregnes efter de i forrige Forelæsning derom givne Regler.

Ved Hielp af Middel-Hastigheden bestemmes alt det, som angaaer Vandets Bevægelse ud af Karrene, paa selvsamme Maade, som ellers, naar Hastigheden er ensdan.

§. 45.

$\frac{2a}{b}\left(\frac{c^2}{5}-\frac{c^2}{3}\right)\sqrt{c}$, saa man faaer for den nøie Summa

$\frac{2a}{b}\left(\frac{\overline{x+c}^2}{5}-\frac{cx+c^2}{3}\right)\sqrt{x+c}+\frac{4ac^2\sqrt{c}}{15b}$, hvilken Værdie, naar divideres med Trianglets Indhold, og for x sættes b, findes Middel-Hastigheden.

Man seer, at Udregningen for Trianglet ligeledes gjøres, som i Exempel 4 og 5, om Grund-Linien af Trianglet vender op efter. Man finder, at i dette Tilfælde forholder sig Middel-Hastigheden til den i forrige, som 2 : 3.

Sjette Exempel. Er Aabningen et Trapeze af parallele og horizontale Grund-Flader, men Vandets og Aabningens Begyndelse i Karret er den samme, som Taf. I. Fig. 16, ABCD, da kan Trapezet altid ansees som et afhugget Triangel. Er i samme Høiden IL, som altid let findes, $= d$; $ML = b$; $CD = a$; $ME = x$; og $d - b = q$; da bliver

$GN = a.(q+x) : d$, og $\int \overline{dx.fx.ro} = \int \frac{a}{d}(q+x).\sqrt{x}.dx$

$= \frac{2aq}{3d}x^{\frac{3}{2}} + \frac{2a}{5d}x^{\frac{5}{2}}$, og Middel-Hastigheden bliver, naar Trapezets hele Overflade kaldes T, $= \left(\frac{2aq}{3d}x^{\frac{3}{2}} + \frac{2}{5}\frac{a}{d}x^{\frac{5}{2}}\right) : T.$

§. 45.

Man kan ellers af denne Lighed anvendt, som sagt er i §. 44, udvikle en Deel nyttige Regler, saavel i Henseende til Aabningen, som Tiden, Vandet flyder ud i, og Hastigheden. Thi

1) Aab-

Syvende Exempel. Er Aabningen (Taf. II. Fig. 1.) en Halv-Cirkel BAF, hvis Halv-Diameter BC $= r$. Bt $= x$, og i B er den øverste Vand-Linie. Da bliver $nt = \sqrt{2rx - xx}$ og $\int dx. \overline{fx.}\ ro = \int dx. \sqrt{2rx^2 - x^3} = \int x dx. \sqrt{2r - x}$, hvilket Integral bliver rationel, ved at sætte $\sqrt{2r - x} = z$, og forandres til $\int 2z^4 dz - \int 4rz^2 dz. = \frac{2}{5}z^5 - \frac{4}{3}rz^3. = \frac{2}{5}.(2r - x)^2 . \sqrt{2r - x} - \frac{4}{3}r(2r - x).\sqrt{2r - x}. = \frac{-4rx - 16r^2 + 6x^2}{15}\sqrt{2r - x}.$ Sættes $x = 0$, faaes $- \frac{16r^2}{15}\sqrt{2r}$. Følgelig bliver det fuldstændige Integral $\frac{16r^2\sqrt{2r}}{15} + \frac{6x^2 - 16r^2 - 4rx}{15}\sqrt{2r - x}$. Naar $x = 2r$, hvilket haver Sted for hele Halv-Cirklen BAF, bliver $\sqrt{2r - x} = 0$, og derfor Integralet $= \frac{16}{15}\sqrt{2r^5}$. Kaldes Halv-Cirklens Indhold C. Da bliver Middel-Hastigheden $= \frac{16.\sqrt{2r^5}}{15C}$, hvilken man strax seer er og Middel-Hastigheden af Vandet i den hele Cirkel-Aabning, $= \frac{16r^2 h}{15C}$, naar ved $h = \sqrt{2r}$ forstaaes den største Hastighed, hvormed Vandet flyder ud af Karret.

Vil man derimod vide Middel-Hastigheden af Vandet i en Aabning, der er Fierde-Parten af Cirklen, som ABC, da bliver $x = r$, og om Quart-Cirklens Indhold $= Q$, bliver Middel-Hastigheden $= \left(\frac{16}{5}\sqrt{2r^5} - \frac{14}{15}\sqrt{r^5}\right) : Q.$

Ottende

1) Aabningerne forholde sig under sig, som det udflydte Vands Mængde ligefrem, men Tiderne, det flyder ud i, og Hastighederne forkeert tagne. Thi $A = Q : (T.H)$.

2) Ha-

Ottende Exempel. Vender derimod i en Halv- eller Quart-Cirkel (Taf. II. Fig. 2.) Diametren AC op efter, og staaer i lige Linie med det øverste af Vandet, regnes da Abscissen fra Cirklens Center, bliver

$nt = \sqrt{rr - xx} \cdot sdx.fx.ro = \int dx. \sqrt{rr - xx} \cdot \sqrt{x}$. Men $\sqrt{rr - xx} = r - \frac{x^2}{2r} - \frac{x^4}{8r^3} - \frac{x^6}{16r^5} - \frac{5x^8}{128r^7} - \frac{7x^{10}}{256r^9}$ — — o. s. v. Man faaer derfor, om alene de 4 første Leed af Følgen vedligeholdes, $sdx. \sqrt{rr - xx}. \sqrt{x} = \frac{2}{3}rx^{\frac{3}{2}} - (\frac{1}{7}x^{\frac{7}{2}}) : r - (\frac{1}{11}x^{\frac{11}{2}}) : 4r^3 - (\frac{1}{15}x^{\frac{15}{2}}) : 8r^5$; hvilke sammenlagte beløbe noget nesten $\frac{1}{2}x^2\sqrt{x}$, og for den hele Halv-Cirkel $(r^2\sqrt{r}) : 2$. Naar man saaledes alene søger at nærme sig til Middel-Hastigheden, bliver denne sidste $(r^2\sqrt{r}) : 2C$, om Indholden af ABC kaldes C, $= \frac{r^2 b}{2C}$, naar b forestiller Vandets største Hastighed.

Niende Exempel. Staaer udi første Tilfælde af Fig. 1 Vandet til den Høide BD over Cirklen, da bliver alt, som før i syvende Exempel, undtagen at nu $ro = \sqrt{x + DB} = \sqrt{x + c}$, om $DB = c$, og $\int dx.fx.ro = sdx. \sqrt{x + c}. \sqrt{2rx - xx} = sdx. \sqrt{x}. \sqrt{2rc - dx - xx}$. Om $2r - c = -d$. Hvilket kan opløses i en uendelig Følge, ved at trække Quadrat-Roden ud af $\sqrt{2rc - dx - xx}$, som i tredie Exempel, eller ved at sætte $\sqrt{2rc - dx - xx} = z$, og søge Værdien af z ved en antagen Følge udi x, saa $z = Ax + Bx^2 + Cx^3 + Dx^4 + +$ o. s. Da man fremdeles, ved at sammenligne alle de

Coeffi-

2) Hastighederne, hvormed Vandet flyder ud af adskillige Aabninger, forholde sig som det udflydte Vands Mængde ligefrem, men Aabningerne og Tiderne forkeert tagne.

3) Tider-

Coefficienter, der svare til samme Høide af x, finder $z = \sqrt{2rc}$

$$- \frac{dx}{2\sqrt{2cr}} - \left(\frac{dd+8cr}{16cr\sqrt{2rc}}\right)xx - \left(\frac{d^3+8rcd}{64r^2c^2\sqrt{2rc}}\right)x^3$$

$$- \left(\frac{5d^4+48rcd^2+64r^2c^2}{128.8.r^3c^3\sqrt{2rc}}\right)x^4 -- \text{o. s. v.}$$ Derfor bliver

$$\int zdx.\sqrt{x} = \tfrac{2}{3}\sqrt{2rc}x^{\frac{3}{2}} - \frac{d}{5\sqrt{2cr}}x^{\frac{5}{2}} - \left(\frac{dd+8cr}{56cr\sqrt{2cr}}\right)x^{\frac{7}{2}}$$

$$- \frac{d^3+8rcd}{9.32.r^2c^2\sqrt{2cr}}x^{\frac{9}{2}} - \frac{5d^4+48rcd^2+64r^2c^2}{11.552.r^3c^3\sqrt{2rc}}x^{\frac{11}{2}} --$$

o. s. v., hvilket, naar divideres, som forhen, med Figurens Indhold eller superficielle Rum, faaes Middel-Hastigheden. Nemlig, om i Steden for x, sættes $2r$, da for den hele Cirkel-Aabning; men sættes $x = r$, da for Halv-Cirklen; og eftersom x tages større eller mindre end r, da for Aabninger, som ere Cirkel-Stykker.

Man kan paa samme Maade bestemme Middel-Hastigheden for Halv-Cirkler, hvis horizontale Halv-Diameter vender op efter, men de komme sielden for i Praxis. Man kan gjøre det samme for andre krumlinede Aabninger, hvilket heraf fuldkommen sees. Men vi ville derved, som ved det mindre nyttige, ikke opholde os.

Dersom i det sidste Exempel Cirkel-Aabningen, hvoraf Vandet flyder ud, ligger dybt under Vandet, og r ikke er imod c uden en meget liden Størrelse, da behøves langt fra ikke at bruge en saa vidtløftig Regning, som den her anførte. Thi $\int dx.\sqrt{x+c}.\sqrt{2rx-xx}$ forandres da til $\int (dx.\sqrt{c}.\sqrt{2rx-xx})$. Men $\int dx.\sqrt{2rx-xx}$ er Cirkel-

Stykket

3) Tiderne, hvori Vandet flyder ud af adskillige Aabninger, forholde sig som det udflydte Vands Mængde ligefrem, men som Aabningerne og Hastighederne forkeert tagne.

Man kan deraf giøre sig saa mange Regler, som man selv behager, for de enkelte Tilfælde, naar enten Tiderne eller Aabningerne, eller det udflydte Vands Mængde, eller nogle af disse tillige, ere lige store, eller i visse givne Forhold til hverandre. For Exempel. Er det udflydte Vands Mængde den samme, eller $1 = A.T.H$, da bliver

1) Tiden i forkeert Forhold af Aabningen og Hastigheden

$$T = \frac{1}{AH}.$$

2) Hastigheden i forkeert Forhold af Aabningen og Tiden.

3) Aabningen i forkeert Forhold af Tiden og Hastigheden, og saa videre.

§. 46.

Vi ville ved et Exempel oplyse, hvorledes man kan udregne det Vands Mængde, som flyder ud. Er den, efter §. 21 neiere bestemte, Oplysning i et Exempel.

Stykket Bnr. Følgelig bliver $\frac{Bnr}{Bnr}\sqrt{c}$ den søgte Middel-Hastighed $= \sqrt{c}$. Hvoraf sees, at det i dette Tilfælde kan være nok, at betiene sig af den Hastighed, som svarer til Vandets Høide over Aabningen DB. Eller og for den hele Cirkel, saaledes som sædvanlig regnes i Praxis, den Hastighed, der svarer til Høiden DC, fra Vandets Begyndelse udi D til Cirklens Center C, om Dybden c under Vandet er mindre betydelig.

bestemte Quadrat-Aabning 100 Quadrat-Tommer, efter tolvtomme Maal; Middel-Hastigheden eller Hastigheden den, som svarer til 5 Fods Høide udi Karret, og Tiden, hvori Vandet flyder ud, et Minut. Da bliver Hastigheden i et Sekund $17\frac{1}{4}$ Fod, men det i et Minut igiennemlobne Rum $= 1035'$. Det udflydte Vands Mængde beleber da $1035'. 100'' = 1242000$ Kubik-Tommer, hvoraf 1728 antages at give 70 Pund Vand. Følgelig bliver det udflydte Vand 50330 Pund, eller 25165 Kander paa det nærmeste, naar man regner 2 Pund Vand paa en Kande. Dividerer man derimod med 70, faaes Vandet i Kubik-Fødder, og beløber 719 Kubik-Fod Vand.

§. 47.

Hvad man forstaaer ved cylindriske Fødder, og i Fontain-Væsenet ved Vand-Tommer.

Ved **en cylindrisk Fod** forstaaes en Cylinder, hvis Diameter i Grund-Fladen er en Fod, og Længden en Fod. Da man veed af Geometrien, at Cirklen forholder sig til Quadraten af Diametern $= 785 : 1000$; saa bruger man derved meget let Kubik-Fødder paa cylindriske. Thi naar en Kubik-Fod Vand veier 70 Pund, veier en cylindrisk Fod paa det nærmeste 55 Pund, og saaledes faaer man i forrige Exempel $915\frac{1}{11}$ cylindrisk Fod Vand. I Fontaine-Væsenet derimod regnes paa **Tommer Vand**, hver Tomme anslagen til 28 Pund Vand, (70 paa Kubik-Foden nemlig) eller til 14 Kander.

§. 48.

Hvorledes de herhid hørende Spørsmaal

Saaledes kan man altid i et hvert givet Tilfælde udregne i det Maal, man vil bruge, det Vands Mængde, som i en given Tid,

Tid, med en vis given Hastighed, flyder ud af en vis given Aabning; hvor Hastigheden bestemmes af Vandets Høide i Karret, og af Middel-Hastighedens Beskaffenhed, saa tidt som det behøves at tage denne sidste udi Betragtning. Men i alle de herhid hørende Spørsmaal er det det letteste, at betiene sig af den Ligned $Q = n.A.T.H$, i hvilken n betyder et bestandigt Tal, som ved Erfaring eller Udregning i et vist Tilfælde maa bestemmes. Vi ville dertil vælge det, da den corrigerte Aabnings Diameter er af 1 Tomme eller 144 Quadrat-Linier, Tiden et Sekund, og Hastigheden den, som svarer til 1 Fod 8 Tommer Vands Høide i Karret. Da denne Hastighed er 10′ i et Sekund, og det udflydende Vands Mængde $Q = 4\frac{6}{7}$ Pund paa det nærmeste. Saa man faaer, for at bestemme n, denne Ligned $\frac{34}{7} = 17280.n$. I hvilken maa agtes, at Aabningen er given i Quadrat-Linier, og Hastigheden i Tommer, men Tiden i Sekunder.

kunde bestemmes i absolut Størrelse, ved Hielp af en almindelig Formul.

Saaledes bliver i Almindelighed Ligheden, for at bestemme det udflydte Vands Mængde, $Q = \frac{34}{7.17280}.A.T.H.$

For Exempel. Om, som i §. 46, $A = 14400.T = 60.H = 207$. Da faaes $Q = 50272$, og saaledes paa ganske lidet nær, ligesom i §. 46. Forskiellen kommer deraf, at Forholden $\frac{34}{7}$ ei er aldeles neie.

§. 49.

Ligeledes, om man vil vide, hvad Aabningens Sterrelse bør være, paa det at i en vis given Tid en vis Mængde Vand kan

flyde ud med en vis given Hastighed. Da bestemmes det strax af forrige Ligned $Q = \frac{34}{7.17280} A.T.H$, eller og af denne, som deraf sluttes, $A = \frac{7.17280}{34.T.H}$. Alene at i Steden for T sættes Tiden i Sekunder, og at i Steden for H sættes Hastigheden i Tommer.

Man kan paa selvsamme Maade finde, hvad Hastighed; følgelig, hvad Høide Vandet i Karret bør have, paa det at i en vis given Tid en vis given Andeel Vand kan flyde ud af en given Aabning. Man kan giøre ligedanne Undersøgninger i Henseende til Tiden, som alle let flyde af denne Ligned. For Exempel. Om man vil undersøge, hvad Sekunder Tid der behøves til, at en vis Andeel Vand kan flyde ud af en vis given Aabning med en vis given Hastighed.

§. 50.

Anmerkning, angaaende den Høide, som Vandet maa have over den Aabning i Karret, af hvilken det flyder ud, saa at Vandet ei skal splitte sig, og give et hult vandløs Rum indvendig.

Vi have i alt dette antaget, at den Aabning, som Vandet flød ud af, var ganske fyldt af Vandet. Dette skeer og, saa tidt som Vandet staaer til en nogenlunde Høide over Aabningen i Karret. Er derimod Vandets Høide over Aabningen ikke uden leden, da gior Vandet i Karret langs ned igiennem en Art af Tragt, som er indvendig hul og uden Vand, hvorfor og i Midten af den Aabning, hvor Vandet flyder ud, er en ligedan Hulhed. Man kan bestemme, i hvad Tilfælde at dette bør skee. Thi er Aabningen en Cirkel, som i Taf. I. Fig. 1, hvis Diameter $no = d$, Peripherien p, Høiden af Vandet

Vandet over Aabningen h; da er den Deel Vand, som i et Øieblik flyder ud, $= (pd\sqrt{h}) : 4$. Men den Deel, som fra Siden flyder til omkring Kolonnen lo, er proportionert dens Periherie multiplicert med Middel-Hastigheden; derfor bliver det Vand, som imidlertid fra Siden af flyder til, $= ph.\frac{2}{3}\sqrt{h}$, §. 36, saa at det tilflydende Vand forholder sig til det udflydende udi samme Tid, $= \frac{2}{3}h : \frac{d}{4}\ h : \frac{3}{8}d$.

Saa at om Vandet, i at flyde ud, skal fylde Aabningen, maa Høiden af Vandet i Karret over samme i det mindste være $\frac{3}{8}$ af Aabningens Diameter, og Erfaring viser, at den maa endnu være større.

§. 51.

Det samme maa agtes, naar (Taf. II. Fig. 3.) lange Rør, som kl, ere feiede til Hoved-Karret $hfgi$ saaledes, at i cd er en Aabning, og i ab en anden. Thi da Hastigheden i ab er $\sqrt{fe}$, og i $cd = \sqrt{fg}$, saa maa, om Vandet, i at flyde ud, skal fylde Aabningen $cd : \sqrt{fe} = ab : \sqrt{fg}$, og derfor $cd.\sqrt{fg} = ab.\sqrt{fe}$.

Fierde Forelæsning.

Om Vandets Bevægelse ved Tyngden ud af de Kar, som idelig tømme sig, og inden i Karrene.

§. 52.

Vi have i det foregaaende forklart Vandets, og man kan sige i Almindelighed, de flydende Tings Bevægelse, ud af Karrene, naar de holdes bestandig fulde, og denne Bevægelse foraarsages af det Flydendes Tyngde. Vi ville i det nærværende betragte Vandets Bevægelse ud af de Kar, hvilke, naar de enten ganske eller ikke, uden tildeels, ere blevne engang for alle fyldte, siden igiennem en given Aabning i Bunden tømme sig. Vi betragte her alene de Kar, som forekomme udi Brugen, cylindriske nemlig og prismatiske; thi i disse Kar ere Udregningerne overmaade lette, da derimod i de fleste andre Udregningen er ligesaa vanskelig, som unyttig.

§. 53.

Prismatiske og cylindriske Kar af samme Høide

Til den Ende ville vi betragte Vandet, eller den flydende Materie i Almindelighed, i et saadant prismatisk Kar, som inddeelt i uen-

i uendelig mange Lag af uendelig liden Høide, paa det at Hastigheden i ethvert af dem kan ansees som ensdan. Thi i ethvert af dem er ellers, som strax sees, Hastigheden adskillig, fordi den overalt er som Quadrat Roden af Høiden, §. 3.

og Vidde, tomme sig i Tider, hvilke ere i forkeert Forhold af Aabningerne.

Dette forudsat: Saasremt da at i to Kar af samme Vidde og Høide Aabningen er adskillig, igiennem hvilken at Vandet flyder ud, saa forholde sig de hele Tider, udi hvilke Karrene tommes, som Aabningerne forkeert tagne. Thi naar i begge Kar lige mange Lag tages i Betragtning, og i hver to, som svare til hinanden, den samme Hastighed; saa blive Tiderne, hvori hver to corresponderende Lag tommes, overalt i samme Forhold, saa det er her nok, at undersøge, hvad der angaaer to deslige corresponderende Lag alene. Men §. 19 er $Q = A.T.H.$ Da derfor her Q og H ere, i Følge Hypothesen, de samme Størrelser udi begge Karrene, saa blive alene T og A foranderlige Størrelser, og $T = \frac{1}{A}$. Hvoraf sees

At prismatiske Kar af samme Høide og Vidde, tomme sig ved det Flydendes Tyngde i Tider, hvilke ere i forkeert Forhold af Aabningerne, som det Flydende flyder ud af.

§. 54.

Er derimod Høiden og Aabningen den samme, men Grundfladerne adskillige, da tomme

Ere Karrene af ulige Vidde eller af ulige Grund-Flader, men Aabningerne og Vandets Høide udi begge de samme, og Vandet betragtes som at være inddeelt i Lag, som før; da blive i den Lighed $Q = A.T.H.$ i alle de adskillige Lag A og H uforanderlige

de sig i Tider, der ere Grund-Fladerne proportionerte.

derlige Størrelser, men T og Q foranderlige. Følgelig bliver T proportionert Q. Men Q er proportionert Grund-Fladen, fordi i alle Lagene Høiden er den samme. Altsaa følger:

At i cylindriske og prismatiske Kar af adskillig Grund-Flade, men med samme Vand-Falds-Aabninger, og i hvilke Vandet staaer til samme Høide, forholde sig de hele Tider, hvori de tømmes, som Grund-Fladerne eller Basis.

§. 55.

Ere Høiderne alene adskillige, da forholde sig Tiderne, som Quadrat-Rødderne af Høiderne.

Er derimod i deslige Kar Høiden adskillig, men Vidden og Vand-Falds-Aabningen den samme. Da, om man betragter, som før, Vandet efter Høiden, deelt i lige mange Lag udi to deslige Kar, og derfor Høiderne i to correspondérende Lag udi Karrene at forholde sig til hverandre, som Vandets hele Høider udi begge Karrene. Da seer man atter igien, at hvad der beviises om Tiderne af to enkelte correspondérende Lag, de underste for Ex., gielder om dem alle samtlig i Henseende til de hele Tider. I Ligheden $Q = A.T.H$ er derfor A alene bestandig i denne Hypothese, og $(Q) : H = T$. Men Q eller ethvert af Lagene er, i Følge Hypothesen, proportionert H^2, thi Hastighederne bliver i alle Lagene udi samme Forhold. Derfor bliver $Q : H = H^2 : H = H$, eller Tiderne, hvori to correspondérende Lag tømme sig, ere som de Hastigheder, hvormed Vandet begynder at flyde ud.

§. 56.

Af §. 53, 54, 55 følger derfor. At cylindriske Kar tømme sig igiennem Aabninger, udaf hvilke en flydende Materie

terie flyder ud ved sin Tyngde, udi Tider, der ere som Hastighederne i Begyndelsen, eller Quadrat-Rodderne af Vandets Høider udi begge, multiplicerte med Karrenes Grund-Flader, og dividerte med Aabningernes Storrelse.

§. 57.

Ere da i to Kar, alt for Resten lige, Høiderne af Vandet som 1 og 4, tomme de sig i Tider, som 1 og 2, §. 56. Og ligeledes, saafremt at Høiderne af Vandet ere som 1 og 9, alt for Resten lige, tomme de sig i Tider, som 1 og 3, og saa videre. Hvoraf sees.

At dersom man inddeler Høiden af et og det samme Kar i ulige Dele, som 1, 4, 9, 16, 25, og Deelningen begynder fra Bunden. Da flyder Vandet i første Inddeelning imellem 25 og 16 ud i samme Tid, som det, der ligger imellem Inddeelningerne 16 og 9, 9 og 4, 4 og 1, 1 og 0.

§. 58.

Maade at inddele et cylindrisk Kar saaledes, at enhver af Delene tømmer sig i lige store Tider.

Saa tidt derfor, som man vil inddele et cylindrisk Kar saaledes, at man vil tilkiendegive de Dele, af hvilken Vandet flyder ud i lige store Tider, for Ex. i 6. Da behøves dertil intet andet, end at quadrere dette Tal, og at inddele Vandets hele Høide i 36 lige store Dele uden paa Cylindren, saaledes, at man betegner oven fra alle de Dele, 36, 25, 16, 9, 4, 1, som i Orden efter hverandre tilkiendegive Quadrat-Tallene af de enkelte Tider. Delene af Glasset imellem hver to af disse Tal ere de, som tommes udi lige store Tider.

Hvorledes dette kan anvendes til Vand-Time-Glasses Forfærdigelse, seer enhver let af sig selv.

§. 59.

Og man seer ligesaa let, at de Dele af Karret, som tømme sig udi lige Tider, ere som 1. 3. 5. 7. 9. 11. o. s. v., eller som de ulige Tal. Thi man veed, at Summerne af de ulige Tal i arithmetisk Fortgang ere Quadrat-Tallene af Leddenes Antal i Progressionen, som summeres. Det samme sees af det allerede sagte i §. 57. Thi Forskiellene imellem Inddeelnings-Punkterne oven fra, eller imellem 36, 25, 16 o. s. v. ere 11. 9. 7. 5. 3. 2. 1.

§. 60.

Bevægelsen af Vandet ud af Kar, som idelig tømmer sig, er en idelig forsinket Bevægelse.

Ydermere sees: At Bevægelsen af Vandet udaf deslige Kar er en idelig forsinket Bevægelse. Thi Hastigheden af Vandet bliver alt mindre i Forhold af Quadrat-Roden af den Heide, som Vandet falder til i Karret. Følgelig er Bevægelsen idelig forsinket. §. 89. 90. Mekan. Forel.

§. 61.

I samme Tid, da et cylindrisk Kar tømmer sig ganske, maatte dobbelt saa meget Vand flyde ud af det, om det var blever holdt bestandig fuldt til første Heide

Følgelig, da i den ensdan forsinkede Bevægelse (som er intet andet, end det omvendte af den ensdan formerte Bevægelse, naar nemlig den største Hastighed i begge er den samme) det i den igiennemløbne Rum er ikke uden det Halve af Rummet, som igiennemløbes udi samme Tid med Hastigheden i Begyndelsen, betragtet som ensdan hele Tiden igiennem (§. 49 Mekan. Forel.), saa maatte i den

den Tid, da et cylindrisk Kar tømmer sig paa forsagte Maade, dobbelt saa meget Vand flyde ud af det, naar det hele Tiden igiennem havde været holdt bestandig fuldt. hele Tiden igiennem.

§. 62.

Af dette Princip udregner man meget let den absolute Tid, hvori et givet cylindrisk Kar tømmer sig. Thi man behøver alene, efter §. 48, at finde, i hvad Tid den Deel Vand, som er i Karret, skulde flyde ud af det, om det blev idelig holdt bestandig fuldt med Vand til samme Høide. Den Tid, som saaledes findes, dobbelt tagen, er den, man søger.

§. 63.

Vi have i alt det foregaaende betragtet de flydende Ting i deres Bevægelse ud af Karrene, og endskiønt vi ofte have i Særdeleshed talt om Vandet, for desto kortere Benævnings Skyld, saa gielder dog alt det forhen sagte om alle tunge flydende Materier i Almindelighed. Vi ville derefter betragte de flydende Tings Bevægelse inden i Karrene, og til den Ende først det Tilfælde, da (Taf. II. Fig. 4.) i et cylindrisk Rør ABCD Vandet staaer til den Linie EF og hviler, men Ligevegten strax derpaa forstyrres, saa at Vandet stiger over EF først til G i Røret AB, falder derpaa igien under E, og stiger til den Høide H i Røret CD, da GE altid bliver saa stor som HF, i hvad Vinkler end at Armene af Røret AB og DC ere bøiede imod Horizonten. Naar Vandet sættes i Bevægelse inden i Rør, af hvilke det ikke flyder ud, da gior det i dem isokrone Sving paa Pendulernes Maade.

Bevægelsen bestaaer da deri, at Vandet i Cylindren svinger op og ned i Rørene paa Pendulernes Maade. I G er Hastighe-

den af Bevægelsen intet, i E er den størst, og Faldet under E er ligesaa stor som Stigningen over E, hvorved Hastigheden i H bliver paa nye = o, og Svingene af Vandet skee saaledes idelig og i samme Tid frem og tilbage, hvad heller at Udlobene over og under EF ere større eller mindre.

§. 64.

Slutninger af det forrige til Bolgernes Bevægelse.

Man beviser, at Tiden, udi hvilken Vandet stiger eller falder, er saa stor, som den, udi hvilken et Pendul engang svinger, hvis Længde er (EB + BC + CF) : 2; om nemlig Rørene A og D staae perpendikulær paa den horizontale Linie BC. Saa at derfor, saa tidt som Vandet i et cylindrisk Rør haver $6\frac{1}{9}$ Fods Længde, maa det stige i et Sekund, og ligeledes falde. Thi Længden af et simpelt Pendul til Sekunder er paa det nærmeste $3\frac{1}{18}$ Fod. Det er heraf, at man kan paa det nærmeste udregne Hastigheden og Tiden udi Bolgernes Bevægelse (*).

§. 65.

(*) Beviset af §. 64 sees strax saaledes. Er, som før sagt, EF Hvile-Linien, over hvilken Vandet falder og stiger; GE = FH den Længde, hvorhenefter Vandet, i at svinge, bevæger sig. Kastes Perpendiklerne Go og HP ned paa Horizontal-Linien EF; da er den Kolonne Vand, hvis Tyngde driver det til G stegne Vand igien ned efter, = Go + HP. Kaldes Sinus totus 1, Sinus til Inklinations-Vinklen GEo, s; til Inklinations-Vinklen HFP, t; og GE = HF, x. Da bliver Go = sx, HP = tx. Og da Røret heel igiennem ansees som at være af samme Aabning, saa at Bevægelsen her skeer, som i de faldende Ting, saa bliver den hele Pression, som bevæger Vandet saavel op, som ned efter, = $(s + t).x$. Men da den hastiggiorende Kraft er Pressionen

§. 65.

Thi Bolgerne ere i Havet og de store Vande udi stort, hvad de nylig forklarte Oscillationer eller Sving op og ned efter ere udi smaat i Ror, som de foromtalte. Thi en Bølge bestaaer deri, at det Vand, som (Taf. II. Fig. 5.) nedtrykkes under den øverste Vand-Linie *abc*, synker først udi Hulheden *d*Be, men stiger derpaa ligesaa høit over *abc* til C og D, hvorpaa det falder tilbage men med samme Bevægelse, foraarsagende nye ligedanne Bølger langs hen efter *abc*, saa at Vandet saaledes idelig svinger op og ned frem og tilbage, noget nesten som Bevægelsen

skeer

---

nen dividert med Massen, og Massen er proportionert Rørets hele Længde efter Axlen fra E til F. Kaldes da denne Længde L, saa bliver den hastiggiørende Kraft $= \frac{(s+t)x}{L}$, og altsaa proportionert x. Hvoraf sees (§. 22 Mekan. Tillæg), at Bevægelsen bliver isokron, eller at større og mindre Oscillationer af Vandet udi Røret skee udi samme Tid. Er denne given, da findes strax Længden af det simple Pendul, (§. 92 Mekan. Tillæg) som svinger en gang i samme Tid, at Vandet i Røret falder eller stiger. Thi kaldes Længden af et saadant simpelt Pendul l. Da bliver $\frac{(s+t)x}{L} = \frac{x}{l}$, eller $l = \frac{L}{s+t}$.

Ere Rørenes Inklinations-Vinkler imod Horizonten rette Vinkler, da bliver $s+t = 2$, og $l = \frac{L}{2}$. Andre Tilfælde af Ror angaaende, kan man efterslaae Dan. Bernoulli Hydrodynamik Sect. 6.

Saa tidt som Bolgerne oscillere hen efter ACBDE, (Fig. 5.) bevæges Vandet under Linien AB ikke kiendelig; derfor bliver L = CB. Thi CB er den hele Længde af Vand, som man kan

skeer i et Rør med perpendikulære Arme CF og GB, sammenføiede med Mellem-Røret FB. Tiden af Bølgernes Sving op og ned efter bliver derfor den, hvori et Pendul, hvis Længde er (CF + FB) : 2, svinger to Gange. Men naar Bølgerne ei reise sig høit, kan CB ansees som = CF + FB, saa Pendulets Længde bliver $\frac{1}{2}$CB. Eller Bølgens hele Bevægelse staaer paa i en Tid, da et simpelt Pendul, hvis Længde er CD, svinger engang (§. 134 Mek. For.).

Det er, i denne Tid igiennemløber Bølgen sin hele Bredde.

Femte

forestille sig, som at skyde sig frem og tilbage i et Rør, hvis ene Arm bestandig er ledig, eller i et Rør, som CFBG, og Længden af det simple Pendul = CB : 2. Men CBD er Bølgens Længde. Følgelig bliver Længden af det simple Pendul, der svinger i samme Tid, som Bølgen falder eller igien reiser sig, = $\frac{1}{4}$CBD. Og Længden af dette simple Pendul er paa det nærmeste den fierde Deel af Bølgens. Bølgen igiennemløber sin hele Længde, det er, falder og stiger i den Tid, da et saadant Pendul svinger to Gange, eller og i den Tid, da et Pendul, hvis Længde er Bølgens, svinger en Gang (§. 134 Mekan. Forel.). I smaa Bølger kan CBD ansees = CGD = AE, eller Bølgens horizontale Bredde.

Følgelig, om Bølgens Bredde er $3\frac{1}{18}'$ igiennemløbes samme i et Sekund, og den bølgagtige Bevægelse forplanter sig langs hen efter *abc* paa det nærmeste 11000 Fod i en Time.

Den ensdanne Hastighed derfor, hvormed Bølgen skulde igiennemløbe sin Længde, bliver som Quadrat-Roden af Bølgens Bredde, thi Tiden er som Quadrat-Roden af denne Bredde, efter det nylig sagte, og i den ensdanne Bevægelse er altid Rummet som Hastigheden i Tiden. Følgelig bliver og Hastigheden som Quadrat-Roden af Bølgens Bredde.

Femte Forelæsning.

Om Vandets Bevægelse inden i Karrene, og om Flodernes Løb.

§. 66.

Dersom Vand flyder ud af et Kar, som SBDT, (Taf. II. Fig. 6.) igiennemen Aabning KCDG, og flyder siden hen efter en Rende KV, som vi ville antage at være et Parallelipipedum, inklinert imod Horizonten. Saafremt da at ingen Rivning eller Hindring kom for under Bevægelsen, maatte alt Vandet blive ved at bevæge sig langs hen efter Renden, ei alene med den Hastighed, hvormed det fra først af styrtede ind i Renden, men siden i ethvert Punkt, som V, med den Hastighed meer, der kunde vindes ved Faldet igiennem DL, eller det inklinerte Plans Høide over Horizontal-Linien VL.

Et Vand, som med en given Hastighed flyder ind i en skraaeliggende Rende, formerer ved Faldet idelig sin Hastighed, naar intet hindrer Bevægelsen.

§. 67.

Forestiller man sig Vandet udi Renden, eller Kanalen, som deelt i en Mængde Lag, parallele med Bunden af Renden VD, da maa de underste Lag have større Hastighed, end de øvere. Thi er ABo Horizontal-Linien, som gaaer igiennem det øvere af Vandet

I samme Tilfælde bevæges de underste Lag af Vandet stærkere end de øvere.

det udi Karret SBDT, da bliver i adskillig høie Punkter N og M udi den Linie MNH, som staaer perpendikulær paa Grund-Planet af Renden, Hastighederne, som Quadrat Rødderne af Perpendiklerne MO og NP; og derfor Hastigheden i et nedrigere Punkt N større, end i det øvere M.

§. 68.

I dette Tilfælde voxer Vandets Hastighed ikke ved det ovenover flydende Vands Tyngde og Trykning.

Følgeligt er det ikke mueligt, at Hastigheden i de underste Lag kan voxe ved det øvere Vands Pression, da det undere bevæger sig stærkere, end det øvere. Denne Hastighedens Formering ved det øvere Vands Trykning kan alene have Sted, naar Vandet neden under bevæger sig med mindre Hastighed, end den, der svarer til det ovenover staaende Vands Høide udi Renden; thi i alle andre Tilfælde kan det i Renden ovenover staaende Vand ikke give den Hastighed, hvorved Vandet virkelig bevæges; langt fra da, at det skulde kunde meddele det en større.

§. 69.

Naar et flydende Vand siges at blive i staaende Tilstand.

Vandet i en Kanal eller Rende siges at være i staaende Stilstand, saa længe, som hele Tiden igiennem Høiden af Vandet overalt i Renden eller Kanalen idelig bliver den samme.

§. 70.

Vandets Høide i Renden bliver i samme Hypothese alt mindre og mindre.

Forestiller man sig videre en Mængde Overflader af Renden, som *badc*, alle perpendikulære paa dens Grund-Flade, og følgelig alle Parallelogrammer, hvoraf den øverste Linie *ad* stryger Vandet, da bliver Perpendiklen *ab* eller Vandets Høide større i de Overflader, som

som ere Karret SBDT nærmere, end i de, der falde længere borte hen imod V, om Vandet idelig bliver i staaende Tilstand udi Kanalen: saa at derfor Høiden af Vandet udi Renden maa blive, jo længere det løber fort i den, alt mindre og mindre.

§. 71.

Vandets Hastighed retter sig alene efter de vertikale Høider, ikke efter Vandets Høide i Renden.

Da Trykningen af det øvere Vand ikke forøger Hastigheden i det neden under liggende (§. 68.), saa kommer det, i Henseende til samme, paa et ud, hvad heller at Vandet staaer høiere eller lavere udi Renden. Vandets Hastighed i samtlig dets horizontale Lag udi Renden forandres derved ikke, men retter sig umiddelbar efter Quadrat-Rødderne af de vertikale Høider NP og Mo.

§. 72.

Af Vandets største og mindste Hastighed at finde Høiden af Kilden, som Vandet flyder ud af, og Høiden af Vandets vertikale Fald i Renden.

Vandets mindste Hastighed i et hvert perpendikulær Oversnit af Renden er den, hvormed det øverste Vand *ad* bevæger sig; den største den, hvormed at det underste Vand flyder. Ere disse to Hastigheder bekiendte, den største og den mindste, saavel som Vandets Høide i Renden, da findes af dem Middel-Hastigheden (§. 37.) Thi Hastighedernes Sted er her, som i Taf. I. Fig. 13, en Parabol, udi hvilken Parametern er given. Af den mindste Hastighed *de* findes *ad*, af den største *cb* derimod *ac*, hvorpaa alt i Middel-Hastigheden er bekiendt, og ved den igien Mængden af det igiennem Snittet i en vis given Tid flydende Vand, naar Snittets Høide og Grund-Linien ere bekiendte (§. 42.).

§. 73.

Da Axlen af Parabolen *ca* saaledes kan bestemmes, saa findes ved den igien den største Høide AR (Taf. 2. Fig. 6.), som Vandet i Karret haver over Horizonten RV udi AB. Eller og hvad Høide at Kilden, eller og det første Vand-Falds-Sted udi AB haver over Bunden af Renden udi V.

§. 74.

Videre kan, naar Længden DV af Renden er given, og dens Inklinations-Vinkel DVL, saavel DL, som LV, findes. Følgelig det første Vand-Falds umiddelbare Høide AR — DL, og ligeledes et hvert Punkts, som H, horizontale Afstand fra Kilden, Karret eller Vand-Faldet.

§. 75.

Om en Deel af Rendens Aabning lukkes, voxer Vandet, om det ei kan svømme over, men sætter sig igien til staaende Tilstand.

Forestiller man sig, at i et af Rendens Oversnit en Deel af Aabningen, som *aefd*, blev tillukt, saa at Vandet siden alene flød igiennem den Aabning *efcb*; da seer man strax, at Vandet vilde voxe imod GD, og oversvømme, for Ex. hen imod F, Bredderne eller Siderne af Renden. Derved blev dog Hastigheden i Vandet udi Renden ikke formert, førend at Vandet, som ingen Leilighed meer fandt til at flyde ud paa Siderne, voxte i Høide over Horizontal-Linien AQ, thi Vandets Hastighed udi Renden retter sig bestandig efter Quadrat-Roden af Distancen fra den øverste Vand-Linie (§. 71.) Denne Tilvext i Høiden over Linien Ao bliver idelig større og større, indtil at endelig ved denne nye Trykning af Vandet dets Hastighed udi Renden neden for Aabningen

ningen *efcb* bliver saa stor, at igiennem den ligesaa meget Vand kan flyde ud, som der før flød igiennem Aabningen *abcd*; Derpaa voxer Vandet oven for *adcb* ikke meer over Linien Ao, end til den Høide over den, som det allerede haver, og Vandet kommer saavel i Vand-Faldet selv, som langs hen efter Renden, paa nye i staaende Tilstand.

Man finder derfor let den største Høide, hvortil Vandet kan stige; thi kaldes den Hastighed, hvormed Vandet flød ud af *abcd*, h; og $abcd = A$. Kaldes den Hastighed, hvormed det i Vandets staaende Tilstand skal flyde ud igiennem *ebcf*, x; og $ebcf = a$. Da bliver i den samme Tid $ax = Ah$, og $x = \frac{A}{a}h$. Følgelig bliver den største Høide, hvortil Oversvømmelsen af Vandet kan stige, $\frac{A^2h^2}{60a^2}$.

§. 76.

I horizontale Render bevæges Vandet inmerfort i samme Høide med samme Hastighed, om intet hinder.

Heri bestaae de fornemmeste Forandringer med Vandet, som kunne komme for i en saadan Rende, som den i forrige Hypothese. Betragter man den endnu i alle Henseende paa samme Fod, men som at være horizontal, i Steden for at være inklinert, da maa Vandet endnu bestandig blive ved at flyde fort i en saadan Rende, med den Hastighed, hvormed det igiennem Aabningen af Vand-Faldet flød ind i Renden; og da vi antage, at denne Hastighed hverken af en imodstaaende Luft, eller af nogen Rivning svækkes, saa maa denne Hastighed hele Renden igiennem, i hvor lang den endog er, blive bestandig, og Vandet overalt staae lige høit og horizontalt.

§. 77.

Naar Hindringer derimod møde, er det et langt ander. Vandet i Midten af Renden bevæger sig da alene med den rette Hastighed. Vandet ved Siderne og paa Bunden bevæges ulige langsommere.

Møde derimod Hindringer, er Tilstanden en anden. Rivningen ved Siderne gior at Vandet gaaer der langsommere, saa at, endskiønt det omkring liggende Vand, ved Vandets sammenhengende Kraft, trekker dette med sig, taber det dog anseelig i sin Hastighed, og svækker tillige Bevægelsen i det nestomliggende; Denne Svækkelse rykker saaledes fort imod Midten af Renden, hvor Vandet bevæger sig frit og uhindret. Det staaer derfor og i Midten lavere, end ved Siderne, fordi det der flyder hastigere igiennem, end inde ved disse.

Rivningen paa Bunden foraarsager ligeledes, at det Vand, som er den nærmest, og som burde bevæge sig hastigst (§. 67.), bevæger sig virkelig langsommere, end det, der ligger høiere oppe, hvilket, ved at trekke det nederste med sig, ligeledes taber i sin Bevægelse.

§. 78.

Vandets Overflit efter Bredden bliver over Hindringerne paa Siden og i Bunden en krum Linie. Efter Længden derimod en endnu meer inklinert Linie, end Bunden af Renden.

I deslige Render er det øverste af Vandets Overflit derfor en krum, og ikke en horizontal ret Linie, hvad heller at de ere horizontale eller inklinerte imod Horizonten. I de horizontale bliver heller ikke, som før i §. 74, Vandets Øverste langs hen efter Renden horizontal. Thi da det bedre ned ad i Renden begynder at flyde langsommere end det skulde, saa finder det øvere Vand en saadan Modstand i det undere, som den i §. 75 omtalte. Det voxer derfor i Høiden, saa længe til dets Pression bliver saa stor, at den kan drive det Vand, som ligger bedre ned ad, fort; hvilket kan skee, da Hastigheden i Vandet neden under er bleven mindre,

end

end den, der kan foraarsages af det ovenstaaende Vands Høide. Med et Ord: Er (Taf. II. Fig. 7.) ABCE Overſnittet af Vandet efter Længden af en horizontal Rende, da maa i AB Presſionen være saa ſtor, at den kan overvinde alle de Hindringer, ſom holde Vandet tilbage og tilintetgiøre dets Bevægelſe langs hen efter BC, da derimod i F ei større Presſion behøves, end den, ſom kan bevæge Vandet langs hen efter FC.

I horizontale Render af denne Beſkaffenhed ſtaaer derfor Vandet alt lavere og lavere, jo længere man kommer fra dets første Udſpring udi AB, efter en Linie ſom AE. I Almindelighed ſees, at den Regel, ſom er saa ſikker og tilforladelig i de ſtaaende Vande, at nemlig deres overſte Flade er horizontal, gielder langt fra ikke i de flydende, naar diſſe finde Hindringer i deres Bevægelſe.

§. 79.

Det forhen ſagte anvendes videre til at forſtaae Flodernes Bevægelſe.

Alt det hidtil ſagte kan anvendes til at forſtaae Flodernes Bevægelſe. De Kilder, eller Søer, eller Vand-Fald, hvorfra de trekke deres første Vand, kunne anſees for Kar, ſom (Taf. II. Fig. 6.) SBDT. Den Kanal derimod, ſom de enten have forefundet eller ſelv udhulet ſig, og hvori de flyde, kan anſees for en Rende. Saa tidt ſom Kanalen, udi hvilken Floden velter ſine Vande, overalt var af ſamme Giennemſnit efter Bredden, i hvilken Tilfælde Floden kaldes regulier, paſſede ſig i alle Henſeende paa den, alt, hvad vi i det foregaaende have ſagt om Vandets Bevægelſe i Renderne. Men dette treffer ſig ſielden i Floderne. Deres Igiennemſnit er ſielden et Parallelogram, meget mindre overalt det ſamme. De ere paa et Sted bredere, paa et andet ſmallere.

lere. De gaae i deres hele Løb langt fra ikke fort efter en ret Linie, men meget meer i Bugter, for idelig at bevæges langs hen efter de lavere Affald.

§. 80.

I sær gielder alt det om Floderne, som vi forhen have sagt om de Kanaler, i hvis Sider og Bund en bestandig Modstand imod Vandet svækkede Bevægelsen. Vandet gaaer ulige langsommere i Floderne langt borte fra de Kilder, det sled ud af, end nærmere ved dem (§. 77.). Det er mindre heit (alt for Resten lige) længere borte fra, end nærmere ved de Kilder, hvorfra de trekker deres Vande (§. 78.). Saa længe som Floden bliver i staaende Stilstand, det er, saa længe som igiennem samme Aabninger eller Oversnit efter Bredden flyder samme Mængde Vand, vore i adskillige Aabninger Middel-Hastighederne i forkeert Forhold af Aabningerne §. 12. Vandet ved Bunden bevæges langsommere, end Vandet oven.

§. 81.

Hvad man forstaaer ved Strømmen af Floder, og hvor samme falder.

Strømmen af Floden er den Linie, udi hvilken Vandet bevæger sig med den største Fart. Den gaaer derfor midt igiennem alle Oversnittene efter Bredden, om Floden er regulier (§. 77.). Er den irregulier, falder den bedre ind imod den ene Side eller Aae-Bred, end imod den anden; nærmest nemlig imod den, hvis Siders Modstand mindst svække Bevægelsen. Igiennem snevrere Aabninger bliver Strømmen stærkere (§. 80.), og det er i sær i dem, at den bortskyller med Magt alle de Odder og andre Hindringer, som sætte sig imod dens Bevægelse.

§. 82.

§. 82.

I hvad Tilfælde at Vandet hvirvler, og i at hvirvle tærer Aae-Bredderne.

I Almindelighed, saa tidt som Vandet i Fart støder an imod Bugter i Aae-Bredderne, som (Taf. II. Fig. 8.) udi C, bevæges det deels ved Reflexionen fra Aae-Bredderne, deels ved det øvrige Vands Side-Trykning udi Hvirvel; Vandet slaaer derved ofte an imod Aae-Bredden og udhuler den. Deraf saavel, som af adskillige andre Aarsager, forandres Aae-Breddene Tid efter anden anseelig. Men vi ville i det nærværende desangaaende ikke opholde os, for i det følgende desto bedre og udførligere at forklare det herhid hørende.

§. 83.

Adskillige Maader forklares, hvorpaa det igiennem en Rende eller i en Flod flydende Vands Hastighed ved Forsøg kan bestemmes.

Men et kunde vi ikke forbigaae at tale om i det nærværende, nemlig om de sikreste Maader, hvorpaa det flydende Vands Hastighed kan undersøges. Sædvanlig betiener man sig af en Kugle, hvis Tyngde er omtrent den samme, som Vandets; Man lader den flyde fort med Vandet, og maaler meget nøie den Vei, Kuglen, i at svømme, beskriver, imidlertid at et Pendul til Sekunder, som man haver ved Haanden, og hvis Sving man nøie tæller, underretter om Tiden, udi hvilken Kuglen legger denne Vei tilbage. Men da Kuglen, som oftest ikke følger en og den samme Linie i Vandet, og man desuden paa denne Maade ikke kan finde uden det øverste Vands Hastighed, saa haver man betient sig af en anden og bedre, som bestaaer deri.

Paa et og det samme vertikale Bret (Taf. II. Fig. 9.) sættes to Glas-Rør, det ene er en simpel Cylinder AB, aaben udi begge Ender, det andet en Cylinder CD, som ender sig med et Rør

DEF

DEF saaledes, som Figuren viser. Synkes disse Rør ned i et flydende Vand, hvis øverste Vand-Linie er *gh*, og Vandet bevæger sig hen efter *onp*, da stiger Vandet i Røret AB ikke høiere, end til *i*B; i CD derimod stiger det over Vand-Linien *ih* til den Høide *qm*. Thi da Vandet efter *onp* flyder ind med sin hele Hastighed udi Røret EFD, saa maa det stige udi Røret DC saa længe til at denne Hastighed er ved Stigningen blevet tilintetgiort. *qm* bliver derfor den Høide, igiennem hvilken at en saadan Hastighed kan ved Faldet vindes, eller ved Stigningen tabes, saa at Hastigheden af Vandet saaledes er bekiendt, alene at Punkterne *k* og *m* blive nøie betegnede paa Brettet, hvilket derfor langs hen efter AB og CD bør være inddeelt i en Mængde smaa lige store Dele.

§. 84.

Foruden disse Maader at bestemme Vandets Hastighed, er endnu en anden, som fortiener at erindres (*), og bestaaer i følgende. ABC er (Taf. II. Fig. 10.) en Quadrant inddeelt over Buen CA i sine Grader og Minuter. B*a*D forestiller en lang og ubøielig Traad, ophengt i Centret B, i Enden af hvilken henger udi D en Blye-Kugle D. Holdes CBA saaledes, at dens Plan er vertikal og BC horizontal, men Traaden med Blye-Loddet synkes derpaa i et staaende Vand, da er der ingen Tvivl paa, at jo B*a*D i dette Tilfælde falder over BA. Saasnart som Vandet derimod

(*) See Dom. Guilielmini *Opera* Tom. I. *Menſ. Aquarum fluent.* Lib. II. Prop. IX. saavelsom *de Natura Fluminum.* Skiønt han antager Kræfterne af Vandet Hastighederne proportionerte.

derimod haver en horizontal Fart hen efter kD, er det ligesaa klart, at den maa af Vandet skydes fort fra Linien BA under en Vinkel ABD, saa længe til den specifike Tyngde af Kuglen imod Vandet med det kan holde Ligevegt, formedelst dens skraae Stilning imod det. Thi at den i den vertikale Direktion BA ei giør Modstand ved Tyngden imod Vandets horizontale Bevægelse, er klart af §. 67 Mekan. Forel., at nemlig af to Kræfter, som virke under perpendikulære Direktioner imod hverandre, den ene ikke forhindrer eller imodstaaer den anden. Vi antage i alt dette, at Linien BaD, endog under Vandet, bliver uforanderlig en ret Linie.

Forestilles den specifike Tyngde ved Vertikalen fD, Vandets absolute anstedende Kraft ved den horizontale Direktion Dk eller fd. Da blive Kræfterne af Vandets Fart, der holde Tyngden af Kuglen Ligevegt, proportionerte df. Men Vinklen $fd\mathrm{D} = \mathrm{CB}a$. Følgelig bliver Vandets horizontale Kræfter imod Kuglen til Kuglens hele specifike Tyngde som $df : f\mathrm{D}$, eller som Sinus til Cosinus af Inklinations-Vinklen med Vertikalen ABa. Men Kræfterne af Vandet ere over samme Grund-Flade som Quadraterne af Hastigheden, hvilket vi skulle udførlig bevise i nestkommende Forelæsning. Følgelig bliver Hastighedernes Quadrater under adskillige Vinkler, som ABa, proportionerte disse Vinklers Tangenter, om Direktionen df af Vandet er horizontal, og Tyngden D, saavelsom den Flade, Vandet over samme virker paa, er under adskillige Inklinations-Vinkler de samme.

Da derimod det øverste Vands absolute Hastighed let kan bestemmes, tilligemed den til samme svarende Inklinations-Vinkel ABa, paa den forhen først anførte Maade, saa kunde de øvrige

Hastigheder i alle neden under liggende Lag og let findes. Skiønt man og kan af Kuglens D Tyngde i Vandet, og den under den Vinkel AB*a* imod Vandet virkende Deel af samme (*), umiddelbar bestemme den Heide, der svarer til Hastigheden.

Er

(*) Vi bevise i det følgende, at den Pression, som en Vand-Straale yttrer paa et Legeme, er saa stor som Tyngden af en Cylinder Vand, igiennem hvis Høide ved Faldet Vand-Straalens Hastighed kunde vindes, og hvis Grund-Flade er den Flade af Legemet, som Vandet støder an paa med et lige eller direkt Stød. Kaldes da Høiden, som svarer til Hastigheden x, den Grund-Flade, som efter Omstændighederne til samme henhører, B, da bliver Vandets absolute Trykning $= x.B.m$, naar ved m forstaaes et bestandigt Tal, hvorved de geometriske Rum gives i Vands Vegt. Saa længe Kuglen er liden, kan Hastigheden af Vandet, som støder an paa den, i alle horizontale Lag ansees for den samme, saa Tyngden af Kuglen og Middel-Direktionen af Vandet begge gaae igiennem Tyngdens Center, naar derfor Kuglens Tyngde kaldes T, og Tangenten til ABD, t; bliver $x = \frac{T.t}{B.m}$, men B bestemmes af det, vi herefter bevise, at nemlig Vandets Trykning paa en halv Kugle er Halv-Delen af dets Trykning paa dens største Cirkel. Er da Kuglens Diameter d, Forholden af Diameteren til Peripherien $1:p$, bliver $B = \frac{1}{8}pd^2$, og $x = \frac{8.T.t}{mpd^2}$.

Er Vandets Bevægelse vel, som før, horizontal, men Hastigheden i alle dets horizontale Lag ikke den samme og Legemet stort, saa maa de Punkter, igiennem hvilke Legemets Tyngdes Direktion og Middel-Hastigheden gaae, ansees som adskillige. Det første, eller Legemets Tyngdes Center, kan for Ex. sættes at være i D, det sidste i p. I det første virker Tyngden efter den vertikale Direktion mD. I det sidste Strømmen efter den horizontale pq. Saa giøre Inklinations-Vinklerne

Er Vandets Fart ikke horizontal, men skiev paa Horizonten, efter den Inklinations-Vinkel nDg, da findes Vandets Kraft, der holder Kuglen, efter den horizontale Direktion, under den Vinkel ABD, endnu paa samme Maade, som før. Men naar denne Kraft er gD^2, bliver Vandets hele Kraft, som nD^2, og gD til nD som Cosinus af Vandets Direktions-Vinkel imod Horizonten til den hele Sinus.

§. 85.

Men endskiønt at Hastighederne af det flydende Vand i dets adskillige Lag paa de foranførte Maader kunde findes, er det dog endnu vanskeligt, i Aaerne og Floderne selv at bestemme ganske nøie den Mængde Vand, som i en vis given Tid flyder igiennem et

ne af begge Kræfterne med Linien BD, nemlig mDl og qps, begge 90°. Forestilles hele Tyngden ved gm, og Strømmens hele Kraft ved pq. Oploses ydermere begge i de paa BD perpendikulære Kræfter ml, rp, og de med BD parallele lD og ps, eller rq, da ere lm og pr de Dele af mD og pq, som søge at foraarsage i Snoren BD en Vinkel-Bevægelse omkring Punktet B. Kaldes Vinklen qps, v; da bliver $pr = x.B.m.$ Sin. v, og $lm = $ T. Cos. v. Ydermere, om Ligevegt imellem begge skal have Sted, maa $m.$ B. $x.$ Sin. $v.$ $Bp = $ T. Cos. $v.$ DB. Hvoraf, som før, ei alene Hastigheden kan bestemmes, men endog i Almindelighed under disse Kræfternes Direktioner, hvad Vinkel ABa Traaden BD bør vise, om de øvrige Poster ere forud givne; saa og hvad Tyngde der i en saadan Strøm af given Hastighed bør nedsynkes, for at holde Loddet under en given Vinkel. Imidlertid er i Brugen selv den første og simpleste af disse Oplosninger den mest anvendelige.

et given Overſnit efter Bredden af en Flod, hvilket dog i adſkillige Tilfælde er heist nødvendigt, naar man paa et vist givet Sted i Floden vil anlegge store Machiner eller andre Verker. Saa tidt som det behøves, neie at vide det igiennemflydende Vands Mængde i Aaer og smaa Floder, er følgende Methode (*) den beste, skiønt tillige den vidtloftigste og bekosteligste. Den bestaaer deri, at man (Taf. II. Fig. 11.) dæmmer et Overſnit *agrd* af Floden ind paa Siderne efter *ab* og *cd* saaledes, at Vandet imellem *be* og *cf* tvinges til at bevæge sig igiennem en eller flere Aabninger, der ere retvinklede Parallelogrammer. Disse Aabninger A maa kunde gieres større og mindre ved en Art af Fal-Dørre E, som kan trekkes op og ned. Thi derved skeer (naar Aae-Bredderne ret forsynes i Forveien imod Overſvømmelse), at Vandet voxer i Floden (§. 75) saa længe til at igiennem den nye ved Kunst giorte Aabning den samme Mængde Vand flyder fort, som før igiennem den naturlige. Følgelig findes det igiennem den sidste flydende Vands Mængde ved at finde, hvad der gaaer igiennem den kunstige udi samme Tid.

Da denne sidste kan ansees som regulier, saa bestemmes strax Middel-Hastigheden af Vandet udi den efter de i foregaaende Forelæsning givne Regler. Thi hvad Vandet her taber ved Rivning imod Siderne er saa lidt betydelig imod hvad det ellers maatte tabe igiennem det hele naturlige Overſnit af Floden efter Bredden, saa man kan ansee Vandets Bevægelse her, som om Tabet i Hastigheden ved Siderne af Aabningen var aldeles intet.

Ulighe-

(*) See Guilielmini anførte Sted Lib. IV.

Ulighederne i Bunden og det der staaende Vand er af større Betydenhed, at nemlig den Bredde, hvori samme findes, ikke regnes til Aabningens Størrelse. Man kan ved Lodning og ved Hastighedernes før forklarte Underseguing nederst i Floden bevæbne sig imod de Feil, som af denne Aarsag kunde løbe ind i det igiennemflydende Vands Beregning.

Siette Forelæsning.

Om Vand-Straalernes Stød og Kræfter.

§. 86.

Vand Straalernes Kræfter imod ubevægelige Planer, som de støde an paa, ere Quadraterne af deres Hastigheder proportionerte.

Vi have i det forrige talt om Vand-Straalernes Kræfter; vi ville i denne Forelæsning derom handle udførlig. Er da (Taf. II. Fig. 12.) AB et ubevægeligt Plan, stillet strax foran for Aabningen *cd*, hvoraf Vand-Straalen *cefd* flyder ud, da seer man strax, at om Hastigheden bliver dobbelt, bliver Mængden af Vandet, som i samme Tid flyder til, ligeledes dobbelt, og saaledes videre i alle Tilfælde Hastigheden proportionert. Pressionen derfor, som bør dømmes af Hastigheden i Massen, bliver som Quadraten af Hastigheden.

Folgelig er en Vand-Straales direkte Pression paa et strax uden for Aabningen, den flyder ud af, stillet Bret AB, proportionert Quadraten af Hastigheden, hvormed Vandet flyder ud af sin Aabning.

§. 87.

Stødets virkelige Størrelse er saa stor som Vegrelse derimod (*) af en saadan anstødende Vand-Straales Pression

Deraf er Proportionen bekiendt; den absolute Stør-

(*) Man maa vel agte, at det, som i §. 87 siges, ikke strider med hvad vi forhen have beviist §. 5, at nemlig den Pression, som bevæger det udflydende

Pression bliver Tyngden af en Cylinder Vand, hvis Basis er Aabningen, af hvilken Vandet flyder ud, og hvis Høide er den Høide, som svarer til Hastigheden, hvormed Vandet flyder ud af Karret, eller ud af Aabningen, strax for ved hvilken det Plan, den støder an paa, stilles.

ten af en Cylinder Vand, hvis Grund-Flade er Aabningen, som Vandet flyder ud af, men Høiden den, som svarer til Hastigheden.

Thi

flydende Vand, er to Gange den Cylinder, hvis Basis er Aabningen og hvis Høide er Vandets Høide udi Karret, hvoraf, som det synes, burde sluttes, at Vand-Straalens Anstød er dobbelt saa stor, som den i §. 87 antagne. Men dette følger ingenlunde; thi denne dobbelte Pression anvendes ikke alene til at tilveiebringe Hastigheden, men som i §. 6 videre er blevet forklart, behøves dens ene Deel til at giøre Vandets Flydning ud af Karret vedvarende i sammenhengende Straale, saa at derfor udi det i §. 87 givne Beviis paa denne sidste Deel af Pressionen ikke burde regnes.

Hr. Daniel Bernoulli haver antaget i sin Hydrodynamik Sect. 13, at Vandets Pression paa et ubevægeligt Plan ei blev den simple Cylinder §. 87 med den dobbelte, hvilket denne store Geometre siden videre haver udført, og beviist i *Commentar Petropolit.* Tom. 8. *de legibus quibusdam Mechanicis* o. s. v. Man kan kortelig agte, at dette og er rigtigt i den af ham der antagne Hypothese, at Straalen *cefd* brekkes paa Planet AB under en ret Vinkel, og flyder under den langs hen efter Siderne *e*A og *f*B af Planet, imod at man sædvanlig antager, at den efter Stødet simpel hen falder. Hvormeget imidlertid at Straalens Stød og Kræfter beroer paa den Vinkel, under hvilken Vandet igien springer tilbage, vises fuldkommen paa foranførte Sted. Angaaende de herhid hørende Forsøg, som bestyrke Hr. Daniel Bernoulli Mening, kunne efterslaaes det foranførte Sted i *Comment. Petropol.* Tom. 8. saa og samme *Commentar.* Tom. XI. G. W Kraft *de vi venæ aqueæ contra planum Incurrentis.* I alt dette maa agtes, at man antager Planet større end Vand-Straalene. Er denne derimod uendelig stor

imod,

Thi da vi her antage, at Planets Modstand tilintetgier det anstødende Vands Hastighed; saa udfordres dertil paa Planets Side en ligesaa stor Pression, som den var, hvorved denne Hastighed blev til: thi Planets Igienvirkning er saa stor som den Pression, det udstaaer. Men den Pression, som haver tilveiebragt Hastigheden, er Vegten af en Cylinder Vand, hvis Basis er Aabningen, som Vandet flyder ud af, og hvis Heide er Vandets hele Heide udi Karret over Aabningen, eller den Heide, som svarer til Hastigheden, med hvilken Vandet flyder ud (§. 2. 3.). Følgelig er og Vand-Straalens Pression saa stor, som Vegten af denne Cylinder.

§. 88.

Forsigtighed, som maa have Sted i Anvendelsen af den forrige Regel.

Det forstaaer sig selv, at hvad vi forhen have sagt om Vand-Straalens Formindskelse i Basis, derved at den trekker sig sammen, her ligeledes maa iagttages, saavelsom hvad vi have sagt om Hastighedens Tab ved Friktionen. Dog er denne sidste i store Aabninger ikke saa betydelig, som meget meer Middel-Hastighedens rigtige Bestemmelse, saa tidt som Vandet flyder ud af Aabninger paa

imod, eller saa stor som Planet, bliver Pressionen aldrig uden den enkelte Cylinder. Saa det er uneeteligt, at saa tidt som Fielene ere meget bredere i Machinerne, end Vand-Straalen, bliver Virkningen af det samme Vand dobbelt stor, formedelst den Kraft, som maa anvendes for at drive Vandet langs hen efter Planet, hvilket i adskillige Tilfælde i Machin-Væsenet kan have Nytte. Men da i den sædvanlige Machinernes Indretning man ei gior Fiellene stort bredere, end Straalen, betiene vi os her ei af denne ellers vigtige og sande Anmerkning.

paa Siderne af Karrene. Thi denne Hastigheds Quadrat kan i Udøvelsen og Praxi bruges, skiønt den ikke bestemmer Vand-Straalens Stød saa neie, som den burde (*), men mindre, end den virkelig er.

§. 89.

Af Beviserne Beskaffenhed forstaaes ydermere, at de selvsamme Regler have Sted, naar Vandet ikke flyder ud af et Kar, men en Strom bevæger sig imod et ubevægeligt Plan. I Steden for her at betragte en Aabning, kan man sige, at

Stødets Beskaffenhed og Styrke ere de samme, naar en Flod bevæger sig imod et Plan.

(*) Dette forstaaer sig selv; thi da Vand-Straalens Stød er som Hastighedens Quadrat (§. 86, 87.), saa er det ikke Middel-Hastighedens Quadrat, som her bør søges, men Middel-Quadraten H^2 af alle Hastighedernes Quadrater. Dette kan og ved de i Anmerkningen under §. 43 givne Ligheder let sættes i Verk, ved at sætte $H^2 = \frac{\int dx.fx.v0^2}{\int dx.fx}$.

For Exempel. Er Aabningen et Parallelogram, hvis øverste stryger det øverste af Vandet, da bliver $H^2 = \int ax.dx : \int adx = \frac{1}{2}ax^2 : ax = \frac{1}{2}x$. Tog man derimod Middel Hastighedens Quadrat, blev den $\frac{4}{9}x$.

Begynder denne Aabning i den Distance c under Vandet, da fik man, som før, $\frac{1}{2}ax^2 : ax$, og naar Integralet giøres fuldstændig,

$$\frac{\frac{1}{2}x^2 - \frac{1}{2}c^2}{x - c}.$$

Man kan paa samme Maade giøre Udregningen i de øvrige Tilfælde, hvilket af det hidtil sagte nøksom forstaaes.

at Pressionen af Stedet, om Hastigheden i alle Vandets Dele er den samme, bliver saa stor, som Vegten af den Cylinder Vand, hvis Grund-Flade eller Basis er den Deel af Planet, som Vandet med direkt Sted slaaer an paa, og hvis Høide er Høiden, som svarer til Hastigheden udi Vandet.

§. 90.

Ligger Planet ei strax uden for Aabningen, som Vandet flyder ud af, maa Hastigheden af den anstødende Straale anderledes bestemmes.

Saafremt at Planet (Taf. II. Fig. 13.) EF ikke stilles strax uden for den horizontale Aabning *ab* af Karret GHKI, hvilket vi antage at være fyldt indtil Linien GH, men længere ud fra det, dog saa, at Stedet af Straalen udi *cd* endnu er lige eller direkt, da bliver Vandets Hastighed, der støder an udi EF, som $\sqrt{bd}$, (§. 10. 11.). Det udflydende Vands Mængde derimod udi *ab*, følgelig og (alt for Resten lige) det tilflydendes i *cd*, bliver, om Aabningens Størrelse udi *ab* kaldes A, $= A.\sqrt{HK}$, og Bevægelsens Størrelse bliver udi *cd* $= A.\sqrt{HK}.\sqrt{HF}$. Kaldes den midtlere proportionelle imellem HK og HF, M; da bliver Bevægelsens Størrelse udi *cd* $= A.\sqrt{M}$. Hvoraf følger §. 87. At Pressionen af Vand-Straalen bliver udi *cd* saa stor som Vegten af en Cylinder Vand, hvis Grund-Flade er Aabningen *ab*, og hvis Høide er den midtlere geometriske proportionelle imellem Vandets Høide udi Karret HK og Planets Distance fra samme *hd*.

§. 91.

Ligeledes, om Vand (Taf. II. Fig. 14.) flyder ud af en Aabning *ab* paa Siden, og falder ned efter et inklinert Plan *be*, indtil

indtil det alt i $ef = ab$ støder lige an paa et Plan cd, da bliver Planets Pression i fe saa stor som Vegten af en Cylinder Vand, hvis Grund-Flade er ab, eller fe, og hvis Høide er den midtlere proportionelle imellem Middel-Høiden HL af det udflydende Vand og dets hele Høide i e over det inklinerte Plan Gz.

§. 92.

Den Kraft, der skal holde et Plan, maa anlegges perpendikulær paa Planet i Trykningens Center, naar denne Krafts og Vandstraalens absolute Styrke er den samme.

Ansees Planet cd for bevægeligt, og som om det tillige skulde holdes i Ligevegt imod Straalens Stød af en Kraft R, perpendikulær paa Planet efter den Drive-Linie eR. Da, naar denne Kraft er saa stor, som de i denne Forelæsning §. 87, 90, 91 føromtalte Cylindrer, kan den holde Planet, saafremt den legges an i Trykningens Center (§. 61 Hydrost. Forel.).

§. 93.

Bevæger et Plan sig med eller imod Vandet, da er Stødet proportionert den relative Hastigheds Quadrat.

Betragtes et Plan ikke meer som ubevægeligt, men det antages, at have en fortgaaende Bevægelse i samme Linie, som Vandet, enten efter eller imod dettes Direktion, da beroer Stodets Kræfter paa den relative Hastighed imellem begge. Bevæger sig nemlig Planet imod Vand-Straalen, er denne Hastighed Summen af begge Hastighederne, i Vandet nemlig og i Planet. Bevæger det sig fra Vand-Straalen, er denne Hastighed Forskiellen imellem begge Hastighederne.

Stødet selv er, som før, i Henseende til sin absolute Størrelse, proportionert den relative Hastigheds Quadrat.

§. 94.

Saa tidt som Planet bevæger sig efter samme Direktion, som Vandet, da er Virkningen af Stødet størst, naar Planets Hastighed er den tredie Deel af Vandets Hastighed.

I den sidste Tilfælde, da Planet bevæger sig fra Vandet med en vis Hastighed, er, som før sagt §. 93, Stødets absolute Størrelse som den relative Hastigheds Quadrat, og dets Pressions Moment er sammes absolute Størrelse multiplicert med Hastigheden af Planet (§. 127 Mekan. For.). Man beviser deraf, at en anstødende Vand-Straale gier sin største Virkning imod det Plan, den støder an paa, saa tidt som Hastigheden udi dette Plan er den tredie Deel af den anstødende Vand-Straales Hastighed (*).

I dette

(*) Dette beviſes meget let. Thi er Vand-Straalens Hastighed b, den ubestemte Hastighed i Planet x, da bliver for det Tilfælde af §. 94 den relative Hastighed $b - x$. Stødets absolute Pression bliver proportionert $b^2 - 2bx + x^2$, og samme Pressions Moment er $b^2x - 2bx^2 + x^3$, hvilket skal være et største. Og derfor $b^2dx - 4bxdx + 3x^2dx = 0$, eller $-\frac{b^2}{3} = x^2 - \frac{4}{3}bx$, og $x - \frac{2}{3}b = \pm\sqrt{\frac{1}{9}b^2}$.

Hvoraf faaes 2 Værdier, $x = b$ og $x = \frac{1}{3}b$, hvoraf den første viser det Tilfælde, da Stødet er det mindste, eller rettere intet, den nemlig, da Planet og Vandet bevæge sig med samme Hastighed efter samme Direktion. Den anden derimod viser, at Stødet er størst, naar $x = \frac{1}{3}b$, eller, naar Planet bevæger sig fort fra Vand-Straalen med Trediedelen af denne sidstes Hastighed.

Hr. Leonhard Euler mener med største Foie i *Memoires de l'Acad. de Berlin* Année 1752. pag. 162. at man paa samme Maade kan bestemme Menneskers og Dyrs største Virkning. Thi de virke med virkelige Hastigheder, som Vandet, saa man derfor kan anſee deres absolute Kraft som at være af samme Stags, som nemlig Hastighedernes Quadrat i deres hele absolute Kraft til at trykke. Kalder man da den

største

I dette Tilfælde bliver nemlig Virkningen den største, saavel i Henseende til den absolute Pression selv, som Hastigheden, begge tillige tagne.

§. 95.

største muelige Hastighed, hvormed Dyr og Mennesker kunde bevæge, dog uden tillige at løfte eller bære, H. Den Hastighed, med hvilken de, tillige med Byrden, virkelig bevæges, b; da kan $H - b$ ansees som det, vi her have kaldet den relative Hastighed. Thi denne Hastighed, og den fra samme nedstammende Kraft, eller Pression, kan anvendes paa Byrden, hvilken derfor bør være proportionert $H^2 - 2bH + b^2$, og sammes Moment $= (H^2 - 2bH + b^2)b$, hvilket naar differentieres, som nu nylig, ved at sætte b foranderlig, faaes $b = \frac{1}{3}H$.

Følgelig bliver den største Virkning som $\frac{4}{9}H^2$. Er derfor den hele absolute Pression, som Kraften, uden at yttre nogen Hastighed, kan virke, $= P$, bliver den største Virkning $\frac{4}{9}P$. Undersøger man derfor, hvad den største Virkning er, som en Person, der ei bevæges i immergaaende Arbeid, for en temmelig Tid kan uden sin Skade yttre, og samme findes for Ex. 60. Pund. Undersøges tillige den største Hastighed, en Person, sin Helbred uskad, kan løbe med i vedvarende Løb, og samme sættes at være 6 Fod i Sekundet, da skulde Virkningen paa Personernes Side være den største; naar samme gik 2′ i Sekundet, og yttrede en absolut Pression af $26\frac{2}{3}$ Pund, hvilket dog er noget større, end hvad man sædvanlig antager i Brugen.

Man kan gjøre den forrige Undersøgning om den største Hastighed endnu langt almindeligere, saa at den passer sig paa alle de Direktioner, efter hvilke Planet bevæger sig fra Straalen, naar nemlig disse sidste ere andre, end Straalens egen Direktion, for Ex. (Taf. II. Fig. 13.) om Vand-Straalens Direktion er eg, men Planet, som stødes, bevæger sig fra samme efter ef. Thi gjøres alle Benævninger, som nylig ovenfor, og Vinklen $fen = o$, Hastigheden efter $ef = x$; da bliver

§. 95.

Den første Virkning, Vandet kan giøre paa en Machine, bestaaer i at overvinde $\frac{4}{9}$ af den Modstand, som Vandet kunde staae i Ligevegt med, eller $\frac{4}{27}$ af dets naturlige Moment.

Da derfor Stødet af Vand-Straalen er størst, naar den virker paa et bevægeligt Plan med en relativ Hastighed, som er to Trediedele af dens egen hele Hastighed (§. 3.). Kaldes da denne Hastighed h, saa bliver i det Tilfælde af den største Virkning Pressionen af Vand-Straalen (*) proportionert $\frac{4}{9}hh$ (§. 86.), og saaledes kan den da ikke yttre uden de fire niende Dele af den Pression, som den i Ligevegten yttrer, følgelig kan den da heller ikke bevæge meer end $\frac{4}{9}$ af den Modstand, som den kunde staae i Ligevegt med, alt for Resten, i Henseende til Vegt-Stangs-Armene, antaget som at være det samme.

Kaldes

---

den efter Perpendiklen $eg = x$ Sin. o. Den relative Hastighed efter Straalens Drive-Linie beløber da h — Sin. o. x, og derfor maa Sin. o. x (h^2 — $2h$. Sin. o. x + x^2. Sin. o^2) være et største, hvoraf faaes, paa samme Maade, som før, $x = \frac{h}{3.\text{Sin. o}}$. Saa at derfor i Almindelighed, naar Straalens Stød er lodret paa Planet, men dette viger af efter den Vinkel o, forholder sig den relative Hastighed til Straalens, som den hele Sinus til den tredobbelte Sinus af Vinklen o.

(*) Man kan agte, at dette er i den Hypothese af Vand-Machinernes sædvanlige Indretning, da Planets og Stralens Bredde er den samme, eller og den første mindre end den sidste. Thi kunde Fiellene, som Vandet slaaer an paa, giøres meget bredere, end Vand-Straalen, da blev Vand-Straalens største Virkning i denne Henseende dobbelt $= \frac{8}{9}Lh$, fordi Vandets Virkning da maatte dømmes af den dobbelte Cylinder. Men da det i Praxi fører mange Vanskeligheder med sig, at give Fiellene paa Vand-Hiulene en saadan Størrelse, maa man sædvanlig tage til Takke med den mindre Virkning, i Steden for den større.

Kaldes Aabningen, som Vandet flyder ud af, A, Høiden af Vand-Cylindren H, saa $h = 2\sqrt{gH}$. (ved g forstaaes $15'$) Da er Vandets absolute Pression A. H. I den største Virkning bliver den derimod ikke uden $\frac{4}{9}$A. H. Denne Trykning bevæger sig fort paa Hiulet med dettes Hastighed $= \frac{1}{3}h$. Det hele Moment af Virkningen bliver derfor ikke uden $\frac{4}{27}AHh$. Saa at i alle Machiner, der bevæges ved Vandets Stød, Momentet af den største Virkning ikke er uden $\frac{4}{27}$ af den absolute Krafts hele Moment, sluttet af dens virkelige Pression i Hastigheden, hvormed den bevæges. Videre foreſtiller Ah den Mængde Vand, som flyder igiennem Aabningen i et Sekund, eller i samme ind paa Hiulet. Kaldes da denne Andeel Vand Q, bliver $\frac{4Q.H}{27}$ det største Moment, som Vandet virkelig kan yttre i de Machiner, der bevæges ved dets Stød, hvoraf strax sees, at de ei lettelig bør holdes for de fuldkomneſte i sig, skiønt de ere de fuldkomneſte i deres Slags.

Naar man derfor vil dømme, om et anstødende Vand gier sin største Virkning paa en Machine, som den driver, og ved hvilken den bevæger en vis Modstand, maa man see paa, om denne Modstand er $\frac{4}{9}$ af den, der kunde (alt for Resten lige paa Bevægelsen nær) holde Ligevegt med Vand-Straalens hele naturlige Trykning. I dette Tilfælde er Machinen (naar man ei tillige vil see paa Inertien) paa sit fuldkomneſte, og Vand-Straalen gier sin største Virkning.

§. 96.

§. 96.

Støde Vand-Straalerne skievt an paa et Plan, da forholder sig det hele muelige Stød til det virkelige som Quadraten af Inklinations-Vinklens Sinus til Quadraten af den hele Sinus.

Vi have hidtil ikke betragtet uden det lige eller direkte Vand-Straalernes Stød. Det, som skeer under de skieve Inklinations-Vinkler imod Planet, bestemmes let (§. 59 og 60 Mekan. For.), fordi de levende Kræfter lade sig oplose, som Pressionerne (§. 279.). Saa man strax seer, at den Deel af Stødet, der da bevæger Planet, forholder sig til det hele Stød, som Quadraten af Inklinations-Vinklens Sinus til Quadraten af den hele Sinus.

§. 97.

Deraf følger:

Slutninger af det nest foregaaende.

1) At to ubevægelige Planer af adskillig Størrelse, som tillige under adskillige Inklinations-Vinkler stødes af en anlobende Strøm, udstaae Pressioner, der ere proportionerte Størrelsen af de deres Dele, som Strømmen støder an paa, multiplicerte med Quadraterne af Inklinations-Vinklernes Sinus. Kaldes disse sidste S og s, de Dele af Planerne, som Strømmen støder an paa, P og p, da blive Pressionerne proportionert PS^2 og ps^2.

2) Saafremt derfor at to deslige Planer skulde faae et lige stort Stød, bliver $PS^2 = ps^2$, og $P : p = s^2 : S^2$. Det er Planernes Størrelser blive som Quadraterne af Inklinations-Vinklernes Sinus forkeert tagne.

3) Er Planets Størrelse den samme, eller $P = p$. Da blive Pressionerne som $S^2 : s^2$. Er desuden P stillet under en ret Vinkel, p under en skiev, da bliver $S = 1$, og Pressionerne paa et og det samme Plan, om det først staaer

staaer under en ret Vinkel imod Strømmen, siden under en skiev, bliver som Quadraten af den hele Sinus til Quadraten af Inklinations-Vinklens Sinus, hvilket og strax kan sees af §. 96.

§. 98.

Og endelig, dersom to deslige inklinerte Planer lide Anstød af to Strømme, der bevæges med adskillig Hastighed, men som ere af samme specifike Tyngde; da blive de Pressioner, hvilke de udstaae i sammensat Forhold af Planernes Dele, som Strømmene støde an paa, af Strømmenes Hastigheders Quadrater og af Quadraterne af Inklinations-Vinklernes Sinus.

§. 99.

Dette selvsamme gielder i alle Henseender om Planer, som bevæge sig med eller imod Strømmen, alene at man, i Steden for den absolute Hastighed af Strømmen og dens Quadrat, sætter den relative og dens Quadrat.

Syvende Forelæsning.

Om et stilstaaende Flydendes Modstand paa de Ting, som imod det bevæge sig. Om Kanalernes Side-Trykning.

§. 100.

De flydende stilstaaende Tings Modstand imod faste Ting, som i dem bevæges, bestemmes.

Det kommer ud paa et, hvad heller at en flydende Materie bevæger sig med en vis given Hastighed perpendikulær imod et Plan, som hviler, eller om den flydende Materie hviler, og Planet bevæges perpendikulær imod den med samme Hastighed. Følgelig bliver Modstanden af et Flydende, som overalt er lige tykt, imod et Plan, af den Størrelse A, hvilket med den givne Hastighed b bevæger sig imod det, $= A.\frac{b^2}{60}$. Eller saa stor, som en Cylinder af samme flydende Materie, hvis Grund-Flade er den Deel af Planet, det Flydende støder an paa, og hvis Høide er den Høide, som svarer til Planets Hastighed.

§. 101.

I Særdeleshed i alle prismatiske og cylindriske

Deraf sees strax, hvad Modstanden og dens Pression bliver paa alle prismatiske Legemer, hvis Basis bevæges efter Direktion

af

af disse Legemers Axler perpendikulær imod det Flydende; thi Grund-Fladens og Legemets Trykning ere da ikke adskillige.

Skelegemer, hvis Grund-Flader gaae fort perpendikulær paa det Flydende.

Betragter man Cirkler og de til dem svarende rette Cylindrer i alt paa selvsamme Maade, da findes den absolute Pression, som i den cirkulære Basis og i Cylindren er lige stor, endnu paa selvsamme Maade.

§. 102.

I Almindelighed er altid Modstanden imod deslige Planer i sammensat Forhold af Planets Storrelse af det Flydendes Tykkelse, og af Planets Hastigheds Quadrat.

Ere Planerne Cirkler; da fordi Cirklerne ere som Quadraterne af Diametrerne, bliver Modstanden imod dem som Quadraten af Diametern, som det Flydendes Tykkelse og som Hastighedens Quadrat.

§. 103.

Modstandens Beskaffenhed forklares, naar krumlinede Legemer, som Kugler, bevæge sig imod det Flydende.

Ere Legemerne ei prismatiske, som i §. 101, 102, men af en anden Figur, der bestaaer af ind- og udgaaende Linier, som de krumme i Almindelighed, hvilke med deres Krumning bevæge sig imod det Flydende. Da seer man strax, at det var det samme, som om Bevægelsen af det Flydende blev ei meer ret, men adskillig under en Mængde foranderlige Inklinations-Vinkler, imod ligesaa mange adskillige Planer.

For at forestille os dette saa meget desto tydeligere, ville vi (Taf. III. Fig. 10.) betragte en Halv-Cirkel ABC, hvis Center er D; som om en flydende Materie overalt bevægede sig imod dens

Peripherie, efter den Direktion EF, perpendikulær paa Grund-Linien eller Diametern AC. Opløser man EF i de to Side-Kræfter, i den tangentiale EH, og den normale GE; da sees strax, at den tangentiale EH aldeles ikke foraarsager nogen Modstand, fordi den alene glider hen efter Legemet, uden at trykke det. Den normale derimod, som i E anvender sin hele Trykning, er den, som trykker Legemet, og foraarsages af GE; dog er den hele GE i denne Henseende ei nyttig. Thi tager man paa Halv-Diametren ED, LE = EG, og opløser LE i de to Side-Kræfter EI og EK, da gieres i det til E svarende Punkt i Quadranten BC den Trykning EK til intet, saa at den hele Modstand alene foraarsages i E af EI. Det samme gielder ligeledes om alle øvrige den krumme Linies Elementers Trykning.

§. 104.

I Cirklen tilintetgiere saaledes alle Kræfter, som EK, hinanden, ihvorledes end at Cirklen bevæges imod det Flydende, fordi Diameter og Axel er i Cirklen overalt uden Forskiel det samme, saa det derfor altid kommer paa et ud, efter hvad Halv-Diameters Direktion at en Cirkel bevæger sig imod det Flydende; Kræfterne, som EK, give den ingen Bevægelse paa Siden, men den bliver beständig ved at gaae fort efter den samme Direktion, uden at velte sig. Det samme haver Sted i Henseende til Kuglen af samme Aarsag. Men i andre krumme Linier, og i de af dem ved Omvæltning tilveiebragte Konoider, er det ikke det samme. Er, for Ex., ABC en krum Linie i Almindelighed af lige Arme AB og BC, da, om efter Direktion af Axlen BD deslige Figurer og Legemer

bevæge

bevæge sig perpendikulær imod det Flydende, seer man strax, at alle Kræfter, som EK, tilintetgiøre hverandre. Saafremt derimod, at Bevægelsen skeer efter en anden Linie, som ED; blive paa begge Siderne af ED Kræfterne, som EK, ulige, og Legemet velter sig saa længe, indtil det kan bevæge sig efter en Direktion, som BD, paa begge Sider af hvilken Kræfterne, som EK, tilintetgiøre hverandre.

§. 105.

Af disse forudsatte Grunde bevises (*), at Kuglens Pression eller Modstand bliver til dens største Cirkels Modstand eller

Deraf kan Kuglens og andre Legemers Modstand

(*) Den almindelige Oplosnings-Maade er denne. Kaldes i enhver Linie ABC af lige Arme omkring Axlen BD, AC, b. Trykningen eller Modstanden imod AC, p. Er i D Midten, og De $= x$, $ef = dx$; da bliver Størrelsen af Trykningen over $dx = pdx : b$; hvilken og bliver Trykningen i sig betragtet over Elementet af den krumme Linie bE, denne Trykning forestilles ved EF. Alt giort som i §. 103, og eE trokken uendelig nær ved bF, blive Eba og EGF ligedanne Triangler, fordi Vinklerne GEH og FEK ere rette Vinkler, og derfor igien GEF $= b$Ea. Hvoraf findes GE $= pdx^2 : bds$. Videre, fordi bEa og IEL ligeledes ere ligedanne Triangler, bliver EI $= pdx^3 : bds^2$, saa at $\int \overline{(pdx^3} (: bds^2$ er den hele Modstand imod Peripherien af den krumme Linie ABC, naar alle Kræfter, som Ek, paa begge Sider af Axlen tilintetgiøre hverandre. Pressionen paa Peripherien forholder sig saaledes i Almindelighed til Pressionen over Grund-Linien AC $= \int \overline{(pdx^3 : bds^2} : p$.

For nu videre deraf at finde Kuglens og Konoidernes Modstand, sammenlignet med Modstanden eller Trykningen paa den cirkulære Grund-Flade, hvis Diameter er AC, behøves intet andet, end at sætte For-

stand, som de lide af det flydende, bestemmes, saavel som det Lege-

eller Pression, som 1 : 2. Følgelig kan Modstanden imod Kuglen bestemmes (§. 101, 102.), naar Hastigheden er given.

Man

te Forholden af Halv-Diametern til Peripherien at være den af $1 : n$, og at betragte alle de smaa Elementer i den krumme Linie, som Eb, at vælte sig om i en Cirkel, omkring ubevægelige Centrer, som d, med Halv-Diametrer, som $Ed = x$, da bliver Peripherien, som svarer til denne ubestemte Halv-Diameter, nx. Trykningen paa den lille Zona eller Peripherie, som Eb under Omveltningen beskriver, bliver derfor $npxdx^3 : bds^2$. Men paa en Zona eller Ring i Grund-Fladen, hvis Halv Diameter er x, naar samme gaaer lige imod det Flydende, bliver Trykningen $npxdx : b$, saa at i Almindelighed til den ubestemte cirkulære Grund-Flade, hvis Halv-Diameter er x, bliver Peripheriens Pression til Pressionen over Grund-Fladen som $\int (npxdx^3) : bds^2$ $: \int (npxdx) : b$.

I Cirklen bliver $ds = bdx : \sqrt{b^2 - x^2}$, saa man faaer $\int (npxdx^3) : bds^2 = \int (npxdx.(b^2 - x^2) : b^3 = \frac{1}{2}npx^2 : b$ $- \frac{1}{4}npx^4 : b^3$. Og naar $x = b$, bliver den hele Pression $= \frac{1}{4}npb$. Men $\int npxdx : b = npx^2 : 2b$. Og naar $x = b$, faaes $\frac{1}{2}npb$. Følgelig forholder sig Halv Kuglens Peripheries Pression til Pressionen over den største Cirkel, naar samme gik i direkt Bevægelse imod det Flydende, $= \frac{1}{4} : \frac{1}{2} = 2 : 4$, eller $= 1 : 2$.

Er Konoiden paraboliſk, og Parabolens Parameter a; da bliver $x^2 = ay$, og $2xdx = ady$. Derfor $ds^2 = (4x^2dx^2 + a^2dx^2) : a^2$, og $\int npxdx^3 : bds^2 = \int npa^2xdx : b(4x^2 + a^2)$. Hvoraf Summen er $\frac{\frac{1}{8}npa^2}{b}$ Log. $\overline{4x^2 + a^2}$ + B. Men naar $x = 0$, er B $= - \frac{npa^2}{8b}$ Log. a^2. Saa det fuldstændige Integral er $\frac{\frac{1}{8}npa^2}{b}$

Log.

Man bestemmer ligeledes Modstanden imod Keilen og andre Legemer, saavel som det af alle ved Figurers Omveltning tilveiebragte Legemer, af samme Længde og Høide, imod hvilket Modstanden er den mindste (*).

me, imod hvilket Modstanden er den mindste.

§. 106.

Log. $\frac{4x^2+a^2}{a^2}$. Men Pressionen paa den cirkulære Grund-Flade er $\frac{npx^2}{2b}$. Følgelig forholde sig disse to Pressioner som $\frac{1}{4}a^2$ L. $\frac{4x^2+a^2}{a^2} : x^2$

Er AB en ret Linie, saa man vil gjøre Udregningen for den simple rette Keile, da bliver i det Triangel, som beskriver den, om Høiden i Keilen kaldes b, $bdy = hdx$, og $ds^2 = (b^2+h^2).dx^2 : b^2$. Den hele Modstand derfor imod en Keile, som bevæger sig hen efter Spidsen, i Direktion af sin Axel imod det Flydende, beløber sig til $nphx^2 : 2(b^2+h^2)$. Modstanden derimod imod den cirkulære Grund-Flade er $npx^2 : 2b$, saa at begge disse Pressioner forholde sig til hverandre $= b^2 : b^2+h^2$, eller som Quadraten af den Sinus, under hvilken Siden af Keilen er inklineret imod Axlen, til Quadraten af den hele Sinus.

Heraf sees fuldkommen, hvorledes Udregningerne bør gjøres i hvad andre enkelte Tilfælde, som kunne forekomme.

(*) Dette sidste bestemmes overmaade let ved de isoperimetriske Methoder, som ere blevne forklarte i Slutningen af det tredie Tillæg udi Mekaniken. Thi da paa alle deslige Legemer Modstanden eller Pressionen er i Almindelighed proportionert $\int xdx^3 : ds^2$. Saa bliver, efter hvad der er sagt paa den 118de Side udi Mekaniken, $A + B\frac{dy}{ds} = \frac{xdx^3dy}{ds^4}$ og $\alpha + \beta\frac{dy}{ds} = 0$. Følgelig er $\frac{xdx^3dy}{ds^4} = a$, naar a betyder en bestandig

§. 106.

Stilstaaende Vands Trykning paa Rør, i hvilke det er indsluttet, bestemmes.

De flydende Tings Trykning paa Siderne af de Kar, udi hvilke de findes, kan betragtes i et dobbelt Tilfælde, enten i det, da de hvile, uden at bevæges, eller og i det, da de flyde ud eller igiennem Karrene med en virkelig Bevægelse. Den første Betragtning er ryr hydrostatisk, og beroer simpel hen paa de i den anden hydrostatiske Forelæsning givne Regler. Det man i denne Henseende i Vand-Væsenet mest bekymrer sig om, angaaer Styrken af de cylindriske Render eller Kanaler, udi hvilke Vandet hviler, hvilken altid i enhver horizontal Cirkel-Peripherie af Cylindren maa være proportionert Vandets Høide over den (§. 42 Hydrost. For.), om Cylindren er vertikal. Denne Regel gielder ligeledes for alle horizontale Cylindrer, i hvilke Vandets Høide i Karret over Cylindren (hvilken man kan anse som sat ind i Karret paa Siden) er meget stor imod Diametren i Cylindrens Grund-Flade. Thi ellers maa man, for at bestemme Trykningen langs hen efter Cylindren, see paa Forskiellen af Vandets Høide, for at finde, hvad Fasthed der maa være i Cylindrens adskillige Dele, saa de ei brekkes af Vandet. Dog behøves dette sidste ikke i Praxis, det er nok, naar man der seer paa den største Trykning.

§. 107.

---

bestandig Størrelse, og derved haves Differential-Ligheden til den krumme Linie, hvis Konstruktion videre kan efterslaaes i *Actis Lipsienf.* for Aar 1699, eller i *Memoires de l'Academie des Sciences* for samme Aar. See og Neuton *Princip. Phil. Mathemat.* Lib. 2. Sect. 7. Prop. 34. Schol. §. 202 — 209. i Noterne af le Seur og Jacquier.

§. 107.

Vandets absolute Trykning paa Cylindrens Dele bestemmes derfor efter de nylig omtalte Regler uden Vanskelighed. Da den er at ansee som overalt at være lige stor over Dele af Cylindren til liden Høide, saa kan i Punds Vegt, i Henseende til dem, Trykningen altid bestemmes. Fordi man gier de Cylindrer, igiennem hvilke Vandet ledes, snart af en, snart af en anden Materie; saa kommer det an paa, i enkelte Tilfælde at undersøge ved Erfaring, hvad Tykkelse der behøves i Rørene, for at de kunne udstaae den fundne Trykning.

§. 108.

For af et Forseg med Cylindrer af given Tykkelse, og udi hvilke Vandet staaer til en given Høide før de brekkes, videre at kunde slutte til Styrken af alle andre af samme Materie, behøves fremdeles intet andet, end at iagttage 1) at man kan ansee Pressionen af Vandet som en Art Tyngde, der er perpendikulær paa Cylindren, imidlertid at denne ligger fast med begge Ender, derfor maa dens Modstand være som Quadraten af Tykkelsen, fordi Tykkelsen nu er at ansee for det, som vi før have kaldt Høiden (§. 315 Stat. For.) hvilket og temmelig neie stemmer med Erfaring.

2) maa agtes, at naar Vandets Høide er den samme, er dets Trykning proportionert Peripherien, som Vandet trykker paa.

§. 108.

Af §. 106 — 108 følger. At Rørenes Modstand bliver som Quadraten af Tykkelsen. Kaldes denne derfor T, bliver den $= T^2$. Rørenes Tykkelser bør være proportionerte

den midtlere proportionelle imellem Vandets Høide, som trykker, og Rørets Diameter, for at de ei brekkes af et stillestaaende Vands Trykning.

$= T^2$. Men den maa og være som Vandets Høide i Røret, multipliceret med den Peripherie, som trykkes, eller, hvilket er det samme, multipliceret med denne Peripheries Diameter. Kaldes Høiden H; Diametern D; bliver derfor $T^2 = HD$ og $T = \sqrt{HD}$. Følgelig er Metallens eller Materiens Tykkelse i Rør i Almindelighed proportionert den midtlere Proportionelle imellem Vandets Høide i Rørene, og disses Diametrer.

Man kan agte, at, i Følge en Erfaring af Mariotte (*), brak ikke en Blye-Cylinder, som var 1 Fod i Diameter, fyldt med Vand til 100 Fods Høide, saa længe Metallens Tykkelse var $2\frac{1}{2}$ Linie. Den brast ikke, førend Metallen blev saa længe affilet, at dens Tykkelse ikke blev meer end 1 Linie. Saa man for Cylindrer af Blye kan sikkert gjøre Udregningen paa det Fundament, at til 100 Fods Høide af Vand, og en Fods Diameter i Aabning, er $\frac{1}{7}$ Tommes Tykkelse i Blye tilstrekkelig nok; hvoraf i alle andre Tilfælde den Tykkelse, som behøves, kan findes efter den her givne Regel. Kobber-Rør regner man gemeenlig at være tre Gange saa stærke som Blye-Rør.

§. 110.

Trykningen imod de horizontale Rørs Sider af et i og igiennem dem flydende Vand bestemmes.

Saa tidt derimod, som Vandet er i virkelig Bevægelse, og flyder med en given Hastighed ud af og igiennem Kanalerne, da er dets Trykning imod Kanalens Sider af en langt anden Beskaffenhed. Er (Taf. III. Fig. 11.) *Hefk* for Ex. en saadan horizontal Kanal, ud af hvilken Vandet flyder med en Hastighed $= \sqrt{KG}$, hvilket

(*) *Traité des Mouvements des Eaux* Part. 5. Disc. 2.

hvilket altid haver Sted, saa tidt som Aabningen *ac* er meget liden imod Karrets Bredde EG, af hvilket, som bestandig fuldt, Vandet flyder ind i H*f*; Da sees strax, at om hele Bunden *ef* blev aabnet, maatte Vandet ligeledes flyde ud af *ef* med en Hastighed $= \sqrt{GK}$, om *ef* er en liden Størrelse imod GK. Følgelig søger alt Vandet i Kanalen H*f* at bevæge sig ud igiennem *ef* med en Hastighed $= \sqrt{GK}$. Hvorimod ei meer af Vandet virkelig bevæges med denne Hastighed, end det, der flyder ud igiennem *ac*. Det øvrige i H*f* gaaer alene fort med den Hastighed, der er i forkeert Forhold af Aabningerne *ac* og *bd*, hvilke i cylindriske Rør, som de, vi her i sær ville betragte, ere i Forhold af Diameterne *ac* og *bd*. Følgelig maa paa Siderne en Trykning foraarsages af den Deel af Bevægelsen, hvilken Vandet alle Øieblik søger at faae, men alle Øieblik igien tilintetgiøres.

Sættes denne Forhold at være den af $n:m$, og $GK = h$, da bliver Hastigheden i $ac = \sqrt{h}$, og derfor i $bd = \frac{n}{m}\sqrt{h}$. Flød Vandet ikke, om nemlig *ac* var ganske lukt, da blev Pressionen i alle Kanalens Punkter $= h$ (§. 106). Men da Vandet flyder, saa forringes denne Pression om den Deel, som svarer til Hastigheden $\frac{n}{m}\sqrt{h}$, hvilken er $\frac{n^2}{m^2}h$ (§. 106). Følgelig bliver den hele Trykning paa et hvert Punkt udi Siden *he* af Kanalen $= h - \frac{n^2}{m^2}h$ $= \frac{(m^2 - n^2)}{m^2}h$.

§. 111.

Trykningen bestemmes ligeledes i Rør, som falde af efter Vertikalen.

Falder Røret af efter Vertikalen, som i Figur 12, alt ellers som før, da er i alle Henseender Beskaffenheden endnu den samme. Man seer deraf ydermere, hvorledes Vandets Trykning kan bestemmes i alle de Tilfælde, da det cylindriske Rør ikke er heel igiennem af samme Diameter. Til det Punkt d nemlig, hvori man vil undersøge Pressionen, bliver, om Diametern i Aabningen $a = m$, i d, n, den virkelige Hastighed $\frac{n^2}{m^2}\sqrt{aM}$, naar nemlig Vandets Hastighed i a ikke meer forandres, men idelig bliver den samme. Den Hastighed derimod, som Vandet virkelig søger til at have udi det Punkt d, er $= \sqrt{2Md}$. Kaldes den Høide, som svarer til den første Hastighed, h, og den, som svarer til den sidste, H, da bliver $H - h$ Vandets Trykning udi d (*).

§. 112.

Hvorledes Side-Trykningen ved Forsøg kan undersøges.

Man kan ellers undersøge ved Erfaring Vandets Trykning, i at sætte et lidet cylindrisk Rør pq vertikal an paa Hoved-Røret, at Vandet af dette sidste kan stige op i det første saaledes, som man seer i Fig. 11 og 12. Saa høit, som Vandet stiger i Røret pq, ligesaa stor er Pressionen udi p. De desangaaende giorte Forsøg bevise i dette Tilfælde, at naar (Fig. 11.) til et Kar EGKF hæftes et horizontalt Rør *Hesk*, igiennem hvilket Vandet idelig

(*) Denne Theorie er ellers udført af Hr. Daniel Bernoulli Sect. 12. Hydrodynamik, af de i Tillægget til den første Forelæsning anførte Princips. Ligeledes siden af Hr. Joh. Bernoulli *Oper.* Tom. 4. Hydraul. Pars II. Og ydermere *Traité des fluides* par Mr. d'Alembert. p. 124-127.

idelig flyder med ensdan Bevægelse, og paa Røret *Hefk* staaer et lidet vertikal Glas-Rør *pq*, i hvilket ved Side-Trykningen Vandet kan flyde ind, da saa længe Røret *Hefk* er i *ef* ganske aaben uden Bund-Stykke, da stiger Vandet ikke i Røret *pq*. Hvilket og er fuldkommen overensstemmende med det, som vi have sagt §. 110, 111. Saasnart derimod som Bunden udi *ef* tildeels lukkes, stiger Vandet i Røret *pq*, og de Høider, hvortil det stiger, nærmer sig meget til de i §. 111, 112 nylig bestemte.

§. 113.

Aarsagen til de i disse Forsøg forekommende Irregulariteter forklares, saavelsom, hvorpaa Tabet af Hastigheden i Vandets Bevægelse igiennem Røret i Almindelighed kommer an.

At de ei fuldkommen treffe ind med Theorien, men ere efter Omstændighederne foranderlige (*) kommer i sær af det anseelige Tab i Kræfter, hvilket Vandet gier, naar det af større Aabninger skal flyde ind i mindre, desangaaende vi i det følgende udførlig skulde handle. Men i lange Rør, i saadane i sær, som de, man bruger i Vand-Ledningerne, taber Vandet i sin Hastighed, ved Rivningen imod Siderne, hen efter hele Længden af Røret; desuden og, saa tidt som Rørene ere bugtede eller bøiede ind imod hverandre under visse Vinkler, saa at Vandet i og omkring ved dem vanskeligere bevæges; Men endskiønt at hele Hastigheden i Vandet derved forminskes, bliver dog Pressionen ved den centrifugale Drift imod Vinklerne der større, end paa andre Steder udi Røret.

§. 114.

(*) See desangaaende S. Gravesande *Phyſ. Elem. Mathemat.* Libr. 35. 13. Dan. Bernoulli Hydrodynamik anførte Sted, saa og *Comment. Petropolit.* Tom. IV.

§. 114.

Uagtet disse Hindringer, ville vi endnu fortsætte de Slutninger, som naturlig og let flyde af det, som vi have sagt §. 109. I vertikale Cylindrer nemlig af ulige Diametrer udi Tykkelse, (om Forholden af den Aabning, som Vandet flyder ud af til en hver anden i Cylindren, sættes at være den af $n^2 : m^2$) bliver $ND - \frac{n^4}{m^4}aM$ saa stor som Pressionen. Hvoraf flyder,

I hvad Tilfælde Røret ingen Trykning lider af det igiennemflydende Vand.

1) at om hele Røret igiennem ingen Pression skal være imod Siderne, bliver $\frac{n^4}{m^4}aM = ND$, og $\frac{n^2}{m^2} = \frac{\sqrt{ND}}{\sqrt{aM}}$, eller Aabningerne er hele Røret igiennem i forkeert Forhold af Quadrat-Rødderne af Vandets Høider over de vedkommende Aabninger.

I hvad Tilfælde det af samme trykkes overalt lige stærk.

2) Skal Pressionen i Røret overalt være den samme, da bliver, om ved B forstaaes en bestandig Størrelse, $ND - \frac{n^4}{m^4}aM = B$ og $\frac{n^2}{m^2}$, eller Forholden af Aabningerne maa overalt være den af $\sqrt{\frac{ND - B}{aM}}$.

Naar derimod at Vandet splitter sig i Røret.

3) Er ND mindre end $\frac{n^4}{m^4}aM$, da splitter Vandet sig i Røret, uden at fylde det, hvilket i sær hastig maa kunde skee i vertikale koniske Rør, som ned efter blive immer videre og videre, fordi n da bliver, saavel som og $\frac{n^4}{m^4}aM$, idelig en større Størrelse.

§. 115.

§. 115.

Angaaende Hastighedens Svækkelse udi Rørene, som Vandet flyder igiennem, for saavidt, som den foraarsages af Rivningen imod Kanalernes Sider, da kan man have en Slags Formodning for, at denne Modstand kan ansees i Rør, som overalt ere ligedanne, for at være en bestandig Kraft, saa den derfor svækker Vandets Hastighed i horizontale cylindriske Rør, paa selvsamme Maade, som Hastigheden i de i et ledigt Rum stigende Legemer svækkes af Tyngden. I vertikale Rør derimod maa Tabet af Hastigheden blive af samme Beskaffenhed, som i de Legemer, der bevæge sig ned efter i en flydende Materie, der idelig yttre en bestandig Modstand imod dem, saa stor som Rivningen, imidlertid at de drives ned efter af Tyngden (*).

Hastighedens Svækkelse ved Rivningen kan sammenlignes med Virkningen af Tyngden i de faldende Ting.

Otten-

(*) I Henseende til Bevægelsen igiennem horizontale Rør kan kortelig agtes. At Størrelsen af Rivningens Modstand bliver proportionert Pressionen (§. 334 Statik Forel.) hvilken i horizontale Rør er bestandig (§. 110.), og vi ville sætte $= p$, saa at derfor den deraf kommende forsinkende Kraft kan ansees $= \frac{dd}{p}$, om ved d forstaaes Diametern af Røret, hvilken overalt i et og det samme cylindriske Rør er bestandig. Men Pressionen er og proportionert i dette Tilfælde Størrelsen af Peripherien. Følgelig bliver den forsinkende Kraft som $\frac{pd}{d^2} = \frac{p}{d}$, og $n\frac{p}{d}dx = -dV$, naar ved V forstaaes den ubestemte Høide, som svarer til Hastigheden i et hvert ubestemt Punkt, og ved n en bestandig Størrelse, som maa findes ved Forsøg. Kaldes Høiden, som svarer til Hastigheden, hvormed Vander

Ottende Forelæsning.

Om Vandets Stigning udi Rørene, naar det flyder ud ved sin Tyngde igiennem smaa Aabninger, og i den Anledning om Spring-Vandene.

§. 116.

Naar Aabningens Diameter, som Vandet springer ud af, er meget liden imod Rørets, stiger Straalen, om ellers inter

Der (Taf. III. Fig. 13.) ACDB et Kar eller Vand-Sted, hvorfra Vandet flyder ned i et cylindrisk Rør *hgfd*, hvori den opstigende Arm er af liden Høide, som *bf*. Flyder desuden Vandet ud af en Aabning *ab*, hvis Diameter imod *dc* eller *ml* ikke er uden liden; Da holdes derved Røret *hgfd* bestandig fuldt, og saa

---

Vandet flyder ind i Røret, A; Da faaes $A - \frac{np}{d}x = V$; og for at bestemme n, ville vi antage, at naar $x = c$ i et Rør, hvis Diameter er d, bliver $V = b$, saa findes $n = \frac{dA - db}{pc}$, og $A - \frac{(A-b)}{c}x = V$. Hvoraf i denne Hypothese til en hver given Længde x udi Røret Høiden V, som svarer til Hastigheden, kan bestemmes. Man kan derfor, ved Hielp af denne Lighed og ved Forsøg, giorte i horizontale Rør af samme Diameter, men af adskillig Længde, naar Vandet igiennem dem altid

saa tidt som Aabningen *ab* er saa liden imod *cd* at regne, at Vandet i Røret *hgfd* kunde, uagtet Vandets Bevægelse ud igiennem *ab*, ansees som at være stilstaaende; følgelig og som det, der kunde yttre sin fulde Pression imod det udflydende Vand, da er det klart af §. 3, at Straalen *ap*, naar intet udvortes fra hindrede, maatte stige til den Høide $pd = rt$, eller til en ligesaa stor Høide, som Vandets var baade i Karret og Røret over Aabningen.

hindrer, til den hele Høide af Vand-Faldet over Aabningen.

§. 117.

Giøres Diametern *ab* af den cirkulære Aabning endnu større, og man vil at desuagtet Hastigheden *h*, hvormed Vandet flyder ud af *ab*, endnu skal blive den samme, som før; da bliver Vandets Hastighed i Cylindren overalt $\frac{ab^2}{lm^2}h$. Følgelig, om *lm* skulde blive uforandret, saavel som den hele trykkende Høide *rt*, bliver det ikke meer mueligt, at Vandet kan stige til den Høide *ap*. Thi da Vandet, for saa vidt det flyder, trykker ikke, saa er det nu ikke meer den Pression proportionert, som kan bevæge Vandet ud igiennem *ab*, men om *rt* kaldes A, og Høiden, som svarer til Hastigheden $(ab^2)h : (lm^2)$

Derimod om til samme Vidde i Røret Aabningen, Vandet springer ud af, bliver større, kan det ei naae denne Høide.

---

altid bevæges med samme Hastighed, bestemme, om Modstanden af Rivningen er bestandig, og saasnart som den er overalt ensdan, hvad da Pressionen bliver i alle Rørets Punkter. §. 111.

Videre sees, at i denne Hypothese taber sig Vandets Hastighed ganske over den Længde $x = cA : (A - b)$.

Man kan ligeledes i det §. 115 forømtalte andet Tilfælde betiene sig af de Ligheder, som ere blevne anførte i 10de §. Mekan. Tillæg.

: (lm^2) = B, da bliver Pressionen, der bevæger Vandet, proportionert A — B, imidlertid at Hastighedens Formerelse udi *lm* gier, at en Mængde Vand, proportionert den nye Aabning, idelig flyder til; saa at under en større Aabning begge Dele ikke kunde have Sted, baade at Vandet springer ud med den forrige Hastighed, og at desuden en nye Mængde Vand, proportionert Aabningen, flyder til, om *rt* ikke tillige voxer i Høide.

§. 118.

Rørets Diameter maa have den Størrelse imod Aabningens, Vandet springer ud af, at Vandet i Røret kan anses som stilstaende, om ellers Straalen skal stige til sin fulde Høide.

Deraf sees, at den Høide, hvortil Vandet skal kunde stige, beroer overmaade meget paa Forholden imellem Aabningerne *ab* og *lm*, eller *cd*. Jo større *cd* er i Forhold imod *ab*, desto høiere maa Straalen stige, jo mindre derimod at *cd* er i Forhold imod *ab*, desto større er Tabet i Høiden. Vil man, at Vandet skal kunde stige til den hele Høide *ap*, da maa nødvendig Røret *cgh* have den Vidde, at Vandet i det kan anses fast som stilstaaende, imidlertid at en dets liden Deel idelig bevæger sig ud igiennem *ab*. Det er i denne Henseende, at man gemeenlig siger, at man maa, for at giøre et høit Vand-Spring, foraarsage en anseelig Rivning i det Rør, som Vandet springer ud af.

§. 119.

Aabningens Diameters Forhold imod Rørets Diameter bestemmes ved Erfaring.

Da Erfaring viser, at mindre og større Aabninger, som *ab*, saa længe, som de ere alle af liden Forhold imod *cd* eller *lm*, ikke ere stort hinderlige i, at jo Vandet, som flyder ud igiennem *ab*, faaer den samme Hastighed, saa maa ved Forseg afgiøres, hvad

den

den største Diameter er, man kan give *ab* i Forhold imod *cd*, saa at det udflydende Vands Hastighed dog endnu kan blive den, som svarer til Høiden *rt*. Man følger deri et Forsøg af Mr. Mariotte (*), som viser, at Hastigheden i Vandet ikke svækkes, naar Høiden *rt* er 52 Fod, Aabningen *ab* til 6 Linier, og *de* eller *lm* derimod til 3 Tommer.

§. 120.

Rørenes Diametrers almindelige Forhold imod Diametrerne i Aabningerne bestemmes.

Jagttager man videre, i Følge af det, som vi have sagt §. 116 — 118, at Hastighedens Formindskelse, følgelig og Tabet i Høiden *ab*, hvortil Vandet kunde stige, beroer paa den mindre eller større Hastighed, hvormed Vandet bevæger sig udi Røret *hl*. Da seer man strax, at for at Vandet skal kunde stige til sin fulde Høide, drevet igiennem Rør, udi hvilke Høiden *rt* er adskillig, maa denne Bevægelse af Vandet i alle deslige Rør blive den samme. Derfor maa nødvendig i dem alle i samme Tid Mængder Vand flyde ud igiennem *ab*, hvilke under sig ere 1) i Forhold af Aabningerne udi *ab*, det er, som ab^2, og 2) som Hastighederne, der svare til *rt*. Thi saasnart som dette er, overgaaer Bevægelsen og Hastigheden i Rørene ikke den Størrelse, som Erfaring viser, kan have Sted, uden at Vandets Høide *ap* derved formindskes.

Men bliver Hastigheden den samme i Rør, som *hl*, af adskillig Diameter, da blive de i samme Tid igiennemflydende Mængder Vand, som Quadraterne af Rørenes Diametrer. Kaldes da

Diame-

(*) Anførte Sted Partie 5. premier Discours.

Diametren i Almindelighed d, bliver, efter det nylig sagte, $d^2 = ab^2 . \sqrt{rt}$. Hvoraf flyder

1) At saa tidt som Høiderne ere de samme, maa Rørenes Diametrer lm tages i samme Forhold, som Aabningernes ab, paa det at Høiden ap, hvortil Vandet stiger, kan blive den samme. Ligeledes, om Aabningerne ab ere de samme, blive Diametrernes Qvadrater proportionerte Quadrat-Rødderne af Høiderne rt.

2) At om Høiden, hvorfra Vandet falder, $rt = H$, Diametern af Aabningen $ab = a$, og man saaledes i Almindelighed vil finde den absolute Størrelse af Diametern d eller udi Røret hm, da bliver (§. 119.) $12.36.\sqrt{52} : (36)^2 = a^2 . \sqrt{H} : d^2$. Og følgelig $d = a\sqrt[4]{\frac{9H}{52}}$, naar nemlig her, som i det foregaaende ikke sees paa Forhindringerne af Rivningen og Luftens Modstand.

§. 121.

Deraf sees videre, naar Diametern d er given, hvorledes Diametern a i Aabningen, Vandet flyder ud af, kan bestemmes. Thi man faaer $a = d : (\sqrt[4]{\frac{9H}{52}})$. Ligeledes forstaaes, at den i §. 115 omtalte Rivning, som Vandet udstaaer langs hen efter Rørene, bliver ved den forømtalte Forhold af Diametrerne mindre betydelig, fordi Vandet, i Hypothese af den, kan ansees som stillstaaende.

§. 122.

Jagttages denne Forhold imellem Diametrerne, da, om Rivningen i Rørene og Luftens Modstand ingen Hindring gjorde, naaede det

det springende Vand sin største Høide, hvad heller at den opstigende Arm *dn* er af liden Længde, eller tvertimod af en meget stor. Man kan i dette sidste Tilfælde alene agte, at i Begyndelsen af Bevægelsen ud igiennem *ab*, faaer Vandet ikke strax sin største Hastighed, men lidt efter lidt, og da først den største, naar alt Vandet i Røret *hgfd* haver sat sig i alle sine Lag til en ensdan Bevægelse.

§. 123.

Vi have i det forrige anseet Aabningerne *ab* som de beste, naar de vare meget smaa. Dette maa ikke forstaaes absolut og i sig, men alene i Henseende til deres Forhold imod Diametren udi Røret *hm*. Thi alene at denne Forhold iagttages efter de i §. 120 givne Regler, ere i andre Henseender de største Aabninger de beste.

Store Aabninger svække, for saa vidt Rivningen angaaer, mindre en springende Straale, end de smaa.

Dette sees strax i Henseende til den Rivning, som Vandet haver at udstaae i det, at det flyder ud igiennem de cirkulære Aabninger. Modstanden af Rivningen er §. 26 i forkeert Forhold af Diametern, følgelig formindskes de af den kommende Hindringer i samme Forhold, som Diametern voxer.

Jo mere Vand der i samme Tid flyder igiennem den samme Aabning, desto større er Forsinkelsen af Rivningen. Følgelig, jo større Høiden *ap* er, hvortil Vandet skal stige, desto større bør Aabningen *ab* gieres, følgelig og Diametern af Røret *lm*.

§. 124.

Luftens Modstand imod en springende Vand-Straale er betydelig, den yttrer sig paa en dobbelt Maade, deels

En springende Straale hindres paa en dob-

delt Maade af Luften, først ved Luftens Modstand oven fra, hvorved den svækkes noget mesten i Forhold af Quadraten af Høiden, hvortil den stiger.

oven fra, deels og ved Trykningen paa Siden. Den første er som Quadraten af Hastigheden, den svækker Bevægelsen i det Vand, der bevæger sig imod den, paa samme Maade, som i andre Ting. I Henseende til den kan det fast være lige meget, af hvad Størrelse Aabningen er, thi voxer Vand-Straalen i Bredde, voxer denne Modstand i samme Forhold; thi man bør anse hvert Lav Vand i Straalen, som for sig at bevæge sig imod Luften.

Det Tab i Høiden, som en springende Vand-Straale for denne Modstands Skyld er underkastet, kan man med Mariotte (*) ansee som proportionert Quadraten af Høiden, som Straalen stiger til: Thi ere disse Høider som 1 og 4, og igiennem den Høide 1 tabes den Deel i Høiden a, da maa igiennem en firedobbelt Høide tabes af en firedobbelt Masse Vand den Deel i Høide $4a$; thi vi betragte, efter det nylig sagte, Delene af Vandet som hver for sig at støde imod Luften, saa at i denne Henseende de giorte Tab kunde ansees som proportionerte a og $4a$. Men da Tabet i en hver Massa for sig og er proportionert den Modstand, i Henseende til Hastighederne, som disse sidstes Quadrat, da blive de giorte Tab, formedelst begge Aarsager, tillige i sammensat Forhold af $a : 4a$, og af $1 : 4$, eller om man i Almindelighed, i Steden for den Forhold $1 : 4$, sætter denne anden $1 : n$, blive Tabene i Forhold af $1 : 16$ i det første Tilfælde, og ellers i den almindelige Forhold af $1 : nn$, eller i Forhold af Høidernes Quadrater, som Vand-Straalerne stige til.

§. 125.

(*) Anførte Sted Part. prem. Discours. Regle 2.

§. 125.

Antager man ydermere, at et Vand-Spring, til hvilket Høiden rt er 5 Fod 1 Tomme i Høide, taber under Bevægelsen 1 Tomme, saa bestemmes deraf let, naar man ikke seer paa andet end den Modstand i §. 124, hvad der maa paa samme Maade tabes i Høide af et hvert andet Vand-Spring, udi hvilket Høiden, det stiger til, er den Størrelse f, og x Høiden rt, hvilken Vandet bør have, fra Vand-Stedets øverste Linie af at regne. Thi kaldes, for at giøre Regningen desto lettere, den Høide af $5' 1''$, a, det til den svarende Vand-Springs Høide b; da bliver det dertil svarende Tab i Høide $a - b$. Kaldes den søgte Høide af Vand-Stedets øverste Vand-Linie over Aabningen ab, x. Da bliver $b^2 : a - b = f^2 : x - f$, og man faaer $\frac{f^2 . (a-b) + fb^2}{b^2} = x$.

Men man maa agte, at den saaledes fundne Værdie er langt fra ikke andet, end en Nærmelse til den sande; thi da i et Luft-frie Rum Vand-Straalens Tab i Høide endnu er anseelig, saa er der ingen Tvivl paa, at jo de andre hindrende Aarsager, Rivningen nemlig imod Aabningen, og andre, som vi strax videre skulle handle om, have en anseelig Andeel udi Høidens Formindskelse.

§. 126.

For det andet, ved Luftens Trykning paa Siden af Straalen; i Hensende til denne sidste ere de større Aab-

Luftens Trykning paa Siden af Vand-Straalen foraarsager en anden Hindring. Den gier nemlig, at det i Vertikalen stigende Vand finder en større Vanskelighed i at flyde af ved Siderne, hvorved skeer, at det allerøverste Vand i Straalen bliver staaende, falder ned paa det stigende, og hindrer dets Bevægelse. Da des-

uden

ninger fordeelagtigere.

uden Vand-Straalen i sin hele ydere Peripherie henger sammen med Luften, og maa anvende en Kraft, for at rive sig, saa at sige, les fra dens Dele, saa svækkes derved i alle Cirkel-Lag idelig Hastighederne med en Kraft, som er Peripherien af Straalens Oversnit, og følgelig dens Diameter i Grund-Linien proportionert. Men da det inmere Vand i Straalen ved sin Bevægelse trekker det ydere, som fer sagt, altid med sig, saa kan denne sidste Kraft ansees som proportionert Quadraten af Diametern, og den hele Kraft, hvorved Luftens Side-Trykning overvindes, bliver derfor proportionert Diametern. Følgelig bliver Side-Trykningen selv, naar Aabningerne ere store, ubetydeligere, end naar disse ere smaa i forkeert Forhold af Diametrerne. Derfor ere i denne Henseende større Aabninger altid fordeelagtigere, end smaa.

§. 127.

Andre Aarsager til Straalens Tab i Høiden.

For at indsee fuldkommen alle de Aarsager, som svække Straalens Høide, maa man endelig og betragte den selv. Da Vandets Dele henge sammen, saa finder det udflydende Vand strax i Aabningen selv, som det flyder ud af, en Vanskelighed i at splitte sig fra det Vand, hvorved strax i Begyndelsen af Bevægelsen ud af Karret Hastigheden formindskes. Siden, naar Straalen stiger, da er det klart, at om Hastigheden i alle dens Dele hele Straalen igiennem idelig blev den samme, gik alle de adskillige Lag i den fort med en ensdan Bevægelse paa de faste Legemers Maade, uden at de evere Lag kunde hindre de neden under liggende i deres Bevægelse. Men da denne Hastighed er ikke overalt ensdan, thi den er i de evere Straalens Lag mindre, i de neden

under

under større, saa svækkes Bevægelsen i det underste Vand derved, at det støder an paa det oven over og langsommere bevægede hele Straalen igiennem. Denne bliver derved bredere, da Luftens Side-Trykning endnu ydermere gior, at Vandet ei let flyder af paa Siden. Af denne sidste Aarsag falder igien det øverste Vand, som haver tabt al Bevægelse i de vertikale Straaler, ned paa det øvrige, som stiger, og forvolder saaledes atter igien en nye Hindring.

§. 128.

Skieve Straaler stige høiere, end de perpendikulære, og disse sidste høiere igiennem platte, end koniske Aabninger.

Denne sidste Uleilighed kan forekommes ved at give Straalen en skiev Fart. De skieve Straaler stige altid høiere end de vertikale, men derved mister Straalen sin Skienhed, saa man ikke uden sielden betiener sig af dette Kunstgreb. Man forekommer ligeledes den voldsomme Rivning i Aabningerne derved, at man ikke lader Vandet springe ud af koniske Aabninger, men igiennem cirkel-runde Huller i platte Plader. Diametrerne i disse Huller kan man altid med saa meget desto større Sikkerhed tage lidt større, end den forhen forklarte Theorie viser, som Straalen dog gierne strax uden for Aabningen trekker sig sammen til en mindre Diameter, efter det forhen forklarte.

§. 129.

Hvorfor de høieste Vandspring ei kunde stige uden til hundrede Fods Høide.

Endnu maa agtes en anden Uleilighed. Bevæger sig Vandet, eller hvad anden flydende Materie det er, med stor Hastighed imod Luften, da splittes det i Draaber. Saaledes, saasnart som man skyder Vand ud af et Rør med stor Fart, opløser det sig imod Luften i Dunster. Dette er Aarsagen,

hvorfor de høieste Vand-Spring, som ere muelige, sædvanlig antages, ikke at kunde overgaae hundrede Fods Høide. I dette Tilfælde antages ligeledes Aabningen *ab* at være $\frac{1}{4}$ Tomme i det høieste.

§. 130.

Anmerkning i Henseende til Hoved-Røret at proportionere imod flere adskillige Aabninger, af hvilke Vandet tillige kan springe ud.

Springer Vandet igiennem flere Aabninger, som i den Tilfælde, da fra et Hoved-Rør, som *hm*, flere mindre legges af, for at ved Hielp af Aabninger, giorte paa disse sidste, Vandet paa flere adskillige Steder skal kunde springe, da forstaaer det sig fast af sig selv, at for at proportionere Diametren i Hoved-Røret imod alle disse Aabninger, behøves intet andet, end at slaae alle Aabningerne i en Sum, og siden at søge et Cirkel-Rum, saa stor, som de samtlig; Dettes Diameter bør siden ansees som Diametern af Aabningen *ab*, hvoraf da videre *lm* kan findes efter §. 120.

Ere for Ex. Aabningerne tre, og deres Cirkel-Rum *a*, *b*, *c*, Forholden af Diametern til Peripherien den af $d : p$; den søgte Diameter x. Da bliver $a + b + c = px^2 : 4d$,

$$\text{og } x = \sqrt{\frac{4d.(a+b+c)}{p}}.$$

Niende

Niende Forelæsning.

Fortsættelse om Vand-Springene, og om Vand-Ledningerne i Almindelighed.

§. 131.

Vi have i den sidste Forelæsning forklart de fornemmeste Poster, som ere at iagttage ved Vand-Springene, paa det at de kunde naae deres største Høide. Vand-Springene ere unegtelig en af de største Zirather i prægtige Haver og paa offentlige Platse i Byerne. Det springende Vand selv er det beste i Brugen. Vand-Ledningerne i Almindelighed ere meget ofte noget med af det allernødvendigste i Livet. Store Steder uden Vand kunde enten ikke beboes, eller ikke uden med en overmaade Uleilighed. Vi ville derfor i denne Forelæsning, saa kort som muelig, forklare og oplyse det didhen hørende.

§. 132.

Hvorledes Vandene samles fra Kilder, og ledes hen til et almindeligt Vand-Sted.

Da det Vand, som flyder ud af Kilder, paa Siderne eller ved Rødderne af Biergene, ligger de fleste Tider høit, og giver desuden næstendeels et meget got Vand, saa samler man det ofte med Fliid. Undertiden, naar intet andet Vand kan haves, samler man det af Ned. Er Bierge-Siden Vand-rig, er man ikke forneiet

med at lede de Kilder hen til et Sted, som eiensynlig vise sig. Man graver fra Distance til Distance smaa Brønde, for at treffe paa de skiulte Aarer, og giør paa alle Kanter smalle og lange Render, som føre til Brøndene det Vand, hvilket i dem kan samle sig. Man maa see sig vel for, at Leret, eller den Grund, som Aaren flyder paa, ikke stikkes igiennem, thi ellers taber den sig i Grunden neden under. Man forsyner de smaa Brønde, om det behøves, i Bunden med reent fedagtigt og af sig selv sammenhengende Leer, og styrker dem med Steensætning paa Siderne, dog saa, at Vandet kan sie ind igiennem Stenene, og samle sig i desto større Mængde alle Kanter fra. Man trekker paa samme Maade steensatte og med blaae Leer forsynede Render fra Kilderne selv; graver derpaa et stort Vand-Sumpe eller Samle-Kiste, hen i hvilken Vandet fra alle Kilderne og Brøndene igiennem smaa Kanaler kan flyde. Kanalerne og Vand-Sumpen forsynes paa føromtalte Maade vel, at Vandet ikke taber sig enten i Grunden eller igiennem Siderne.

Er Strekningen lang, Brøndene og Kilderne mange; Da giør man langs hen efter dem alle en smal Vand-Ledning eller Kanal, steensat og forsynet med Leer paa føromtalte Maade, i hvilken Vandet alt med hinanden igiennem smaa Kanaler kan løbe ind fra Brøndene og Kilderne. Man bedekker dem oven til imod Solen med Steen og Græs-Torv. Fra den flyder Vandet endelig ind i en stor muret og vel forsynet Sumpe, hvorfra det siden igien enten ved en muret Vand-Ledning, eller ved Render, føres hen til de Steder, hvor det skal bruges.

I denne Vand-Ledning anlegger man paa hver 300 Fods Længde murede Brønde, som ere 3 Fod dybere, end dens Grund.

De

De tiene til at tage imod de Ureenligheder, som Vandet fører med sig, hvorfor de og efter Fornødenhed alle Aar, eller alle to Aar, eftersees og renses.

§. 133.

Maaden er adskillig, hvorpaa Vandet igien føres fra det almindelige Vand-Sted, eftersom man enten vil bruge det til Spring-Vand eller Pumpe-Vand.

Det forstaaer sig selv, at man saavel, for at anlegge Vandledningen, som siden, for at føre Vandet fort, maa nivellere, eller ved Vand-Maalning undersøge, hvorledes Grunden falder og stiger, fordi den hele Vei, hvorhenefter Vandet bør flyde, maa falde af, og være alt lavere og lavere. Vil man betiene sig af Vandet til Spring-Vand, maa den store Sumpe, som alt Vandet samles i, ligge saa høit, som mueligt, og Vandet fra den føres i sluttede Rør til de Steder, hvor det skal springe, og man maa da ydermere see paa, at Vandets Mængde er tilstrekkelig nok til at holde disse Rør bestandig fulde. Vil man derimod ikke bruge Vandet uden til Pumpe-Vand, kan man giøre en muret Vand-Ledning, udi hvilken Vandet siden videre kan flyde fort; Den forsynes vel med Leer i Bunden og paa Siderne, at Vandet ei skal tabe sig. Man kan og i Steden for Vand-Ledning betiene sig af Træ-Render, om Grunden ikke falder uden lidt af. Men falder den af over Bierg og Dal, saa Vandets Trykning bliver anseelig stor, da have Træ-Render langt fra ikke den Styrke, som i deslige Tilfælde udfordres, for at staae Vandets Trykning imod. Man borer ellers disse Render af alle Slags Træe, som er nogenlunde fast. I fugtig Grund holde de sig længe, i tør Grund raadne de lettere.

§. 134.

I hvad Tilfælde murede Vand-Ledninger anlegges, og hvad i disse Henseende er at iagttage.

Er Grunden, hen efter hvilken Vandet skal føres, meget ujevn, saa den snart falder dybt under Horizonten, snart stiger høit, hvilket man ved Vand-Maalningen maa undersøge; da er det ofte meget bekosteligt, at bringe Vandet fort, i sær om Bierge skulle igiennemhugges, hvilket man dog ikke gierne gior, om man kan finde Omvei paa Siden af Bierget, eller om man bliver nød til at opføre i Dalene store murede Aqueducs eller Vand-Ledninger, igiennem hvilke udi Render Vandet flyder, hvilket altid bliver nødvendigt, naar den Dal, som Vandet skal føres hen over, er saa dyb, at Metal-Renderne skulde staae Fare for at sprenges, og altid nyttigt for at forekomme de mangfoldige Bugter og Beininger i Rørene, hvorved Vandets Kraft overmaade svækkes.

Hvorledes deslige Aqueducs over Jorden gieres, forstaaer man strax ved at kaste et Øie hen paa Taf. III. Figur 7 og 8. Man sætter Hvelving over Hvelving, som i Fig. 7, til man naaer den Høide, Renden bør have udi AB. Figur 8 viser Profilen af AB, hvor *a* er Kanalen, hvorudi Vandet flyder, eller som Renderne legges i, naar Render bruges; hvilket, efter det forhen sagte, altid er nødvendigt, om Vandet skal bruges til Spring-Vand. Paa Siderne af den ere to platte Gange, hver paa sin Side af *a*, paa hvilke man kan gaae, for at have Tilsyn med Renderne.

Under Jorden, naar Bierge skal igennemskieres, bruger man ei videre end alene en muret og hvelvet Aabning, i hvilken anlegges en med Kalk og Cæment steensat Rende, igiennem hvilken Vandet kan flyde umiddelbar, eller i hvilken Rørene kunde legges ind, udi hvilke Vandet skal flyde. Rørene legges gemeenlig,

lig, vel understøttede, i Alens Høide over Grunden af Kanalen, for Arbeidernes Mageligheds Skyld.

Hvor Grunden leber lige, uden synderlig at falde og stige, kan man føre Vandet i simple Træ-Render, for at spare Bekostningen. Man legger dem 2 til 3 Fod ned i Jorden, at de ikke af Solens Hede og af Vinter-Kulden skulde sprenges. Løbe de under Veiene, maa de i sær got forsynes, endog med Hvelvinger oven over. De beskadiges let af Vognenes Rumling, og den derved foraarsagede Rystelse.

§. 135.

De adskillige Slags Rør, i hvilke Vandet føres, beskrives.

Man betiener sig af adskillige Slags Rør. De af Træe ere de sletteste. Man spitser dem i den ene Ende, og belegger dem med Jern-Ringe i den anden, at hver to Ender kunde passe og sættes i hverandre. Sammenfeiningen tettes med Beeg, som man lader flyde ind imellem de Dele af Enderne, der stikkes i hverandre. De tettes og med en Dei af Talg og stødt Muursteen. De gieres sædvanlig 3 til 4 Tommer i Diameter. Men hverken disse eller de, som gieres af Leer, ere tienlige til at føre Vandet til Spring-Vande, af Aarsag, at saasnart som Vandets Trykning bliver ansselig, sprenges de. Er derimod Trykningen liden, eller Vandet flyder alene simpel hen igiennem dem, kunne de bruges med Nytte. De af Leer ere da bedre, end de af Træe og Metal, i hvilke Vandet snarere taber af sin Godhed, end i disse, fordi de ere indvendig glasserte. Thi de brendes ordentlig, som andet Pottemager-Arbeid. For Styrke Skyld belegger man den med en Dei af Cæment 5 til 6 Tommer tyk; men den maa være vel tør, før man lader

lader Vandet flyde ind i Rørene. Enderne af disse Rør stikkes ligeledes i hverandre, og tettes med Kit af Beeg, Tiære og Fiilspon, eller i dette sidstes Sted pulverisert Cæment og fiin Sand; for desto bedre at tette, blandes Materien med Hamp. Man regner gemeenlig, at disse Rør kunde udstaae Trykningen af en Kolonne Vand 25 Fod hei, naar de holde 7 Linier i Tykkelse. Saavel i disse, som i de af Træe, meder i sær den Uleilighed, at i dem i Tidens Længde voxer en Art slimig Vand-Vext, som undertiden kan have mange Alens Længde, og som tilsidst, tilligemed den steenagtige Materie, som Vandet fast altid sætter fra sig, saaledes kan tage Overhaand, at Røret stoppes og at Vandet ikke meer kan flyde.

§. 136.

Efter disse to Slags ere støbte Jern-Rør de mindst kostbare. Man giver dem saa-mange halve Linier i Tykkelse, som de have Tommer i Diameter, dog faae de til 4 Tommers Diameter 4 Linier Tykkelse i Metal. De til 6 Tommers Diameter 5. De maa vel undersøges, at de indvendig ere glatte og frie for Huller. De ere stærke, og gieres i Størrelse indtil 18 Tommers Diameter. Da derfor disse Rør ere ligesaa gode, som de af Blye, men koste ulige mindre, bruges de med Fordeel og Nytte. Ikke at tale om, at Blye- og Kobber-Render ei kunde legges paa vild Mark, da man ellers staaer Fare for, at Metallen bliver bortstaalet. Alene saa tidt som Jern-Rørene og de i §. 135 omtalte gaae i Bugter, eller skulde have Knæer, eller og hvor Haner og Ventiler behøves i Rørene, hefles Stykker Rør af Blye til de andre, som derved sammensøies. Blye-Rørene have og alene denne Fordeel frem

for

for Jern-Rørene, at man kan bøie dem i Bugter uden Skade saa meget, som man vil. Dog gier man altid vel i at giøre Rørene, hvor Knæe og Bugter falde, rundede og af anseelig Vidde, saa Vandets Hastighed paa deslige Steder ei for meget skal svækkes. Blye-Rørene ere enten støbte, eller hamrede af Plader og loddede. De første ere de beste. Man gier dem sædvanlig fra 9 Linier til 6 Tommers Diameter. I kalkartig Grund forderves de let. Blye- og Kobber-Rør loddes sammen. Jern-Rørene skrues i hverandre, og Skruen fyldes med Kit. Kobber-Rørene ere stærkere end Blye-Rørene, og vare ulige længere.

§. 137.

Overalt, hvor Rørene ligge tildækkede, maa man hist og her, paa alle 30 Ruthers Længde, for Ex., giøre Nedgange til dem, hvilke ere en Art murede Kieldere, forsynede med Luger. Dette er nødvendig, for at undersøge og behandle Rørene, hvor Bræk gaaer paa. Man gier under dem endnu dybere Kieldere, som Vandet kan løbe ned i af Rørene, naar de skulle tages fra hverandre. Ved enhver saadan Nedgang sættes en Hane paa Røret med Tilbehør, hvorved det kan lukkes til, saa at Vandet ei kan flyde længere. Men Aabningen af Hanen bør med Ret være af samme Vidde, som Rørets Diameter i Lyset, fordi Vandets Hastighed og Kræfter svækkes overmaade igiennem smaa Aabninger, man gior derfor og det Stykke Blye-Rør, hvorved de andre sammenseies, der tykkere, end i Resten. Ere Rørene i Vand Ledningen brestfældige; da, for at faae at vide, hvor Skaden er, lukker man først den Hane, som er nærmest Vand Sumpen eller Samle-Kisten. Stiger i denne sidste

Hist og her langs efter Løbet af Rørene maa murede Nedgange eller Kieldere legges. Rørene forsynes paa samme Steder med Haner, hvorved de kunde aabnes og lukkes.

derved Vandet, da er Skaden i Rørene længere borte. Man gier derfor samme Forseg ved den nestfølgende Nedgangs Kielder, og saaledes immerfort, indtil endelig at man seer Vandet i Hoved-Karret eller Vand-Sumpen ikke stiger, uagtet at Hanen staaer lukt. Dersom Rørene underholdes af en See eller et stort Vand-Sted, kan af Vandets Stigning intet sluttes, men vel af Vandets Bevægelse inden i Rørene, hvilken kan undersøges ved en Vox-Kugle, eller et Stykke Kork, hæftet til en fiin Snor, hvilken, om Vandet flyder ind i Rørene, flyder nødvendig med.

§. 138.

Rørene maa hist og her forsynes med Luft-Rør.

Dersom Vandet fylder Rørene, skeer det let, i sær naar Vand-Ledningen falder og stiger, at Luften i dem stemmer sig og sammentrykkes til den Grad af det første Gang indflydende Vand, saa at Rørene ei kunde staae imod, men sprenges. Da Vandet altid fører Luft med sig, og følgelig Rørene ofte kunde, endog efter at de ere engang fyldte, staae Fare for Luften, saa er det altid nødvendigt i lange, men i sær i stigende og faldende Vand-Ledninger, hist og her at lodde smaa **Luft-Rør** til Rørderne, igiennem hvilke Luften kan bevæge sig ud; Men at Vandet ei skal flyde ud med, giores de høiere, end den Høide, hvortil Vandet i deslige Rør paa det Sted kunde stige. At denne Høide ikke skal blive for stor, og deslige Rør derfor let beskadiges, legger man dem gierne an paa de høieste Steder af Vand-Ledningen. Bliver Høiden endda for stor, kan man forringe Høiden, giøre Rørene tykkere, og oven til belegge dem med en Vegt af Blye, som vel giver den sammentrykte Luft efter, men er derimod tungt nok til at imodstaae Vandets

dets Trykning, beregnet efter den Høide, hvortil det paa det Sted kan stige (*).

§. 139.

Vand-Ledningerne falde efter en Skakning af 4 Tommers Høide til 100 Roder.

Den Skakning, hvorefter Vand-Ledningerne føres, er sædvanlig stor nok, naar man giver 4 Tommers Høide til 100 Ruthers Længde, om nemlig Vand-Ledningen gaaer nogenlunde lige, uden at Renderne meget stige og falde; Thi i dette sidste Tilfælde kan man giøre Høiden noget større, om det Sted, hvorhen Vandet skal ledes, ligger nedrigt nok, for at tillade det hele inklinerte Plan en større Høide.

§. 140.

Hvorledes Vandet videre fordeles til simple Vand-Spring og Fontainer.

At føre Vandet langt fra ved Vand-Ledninger og Render er et saa kostbart Arbeid, at man meget heller løfter Vandet, om det findes i Nærværelsen, til den Høide, det bør have, ved Machiner op i store Vand-Kister, hvorfra det siden igien flyder ud igiennem Render hen til de Platser, paa hvilke man vil at Vandet skal springe, eller paa andre Maader fordeles. Vi skulle i det følgende handle om de Machiner, som tiene til at løfte Vandet. Her ville vi alene iagttage, at endskiønt man ved de forømtalte Rør vel kan føre Vandet lige hen til det Sted, hvor det skal vise sig; og der paa dem umiddelbar lodde de Rør, udaf hvilke Vandet skal springe,

(*) Her kan efterslaaes videre Belidor *Architecture Hydraulique.* Tom. 2. Liv. IV. Chap. IV.

ge, hvilket og altid bør skee, naar man ikke haver nogen stor Fordeelning af Vand udi Sigte; saa samler man det dog gierne, i sær om det flyder til i Mængde og fra adskillige Steder af samme Høide over Horizonten, udi et stort Samle-Kar ved opstigende Rør saaledes, at Vandet beholder saa meget som mueligt den samme Høide udi Karret, eller denne nye Samle-Kiste, som Kilden selv haver, hvoraf Vandet flyder ud. Man legger derfor denne store Samle-Kiste paa det høieste, mageligste, sikreste og nærmeste Sted for Uddeelningen, som Omstændighederne tillade.

Er det alene i en Have at man vil bruge Vandet til simple Vand-Spring, legger man en saadan Kiste enten i Jorden paa et saa høit Sted, som mueligt, om Grunden er ujevn; eller om denne er plat, reiser man paa stærke Piller et stort Kar op, som tager imod det Vand, der enten simpel hen stiger i Vand-Ledningens Render, og af dem i det øfer sig ud, eller og i Rør ved Hielp af Machiner, i hvilket sidste Tilfælde Rørene mestendeels maa gieres af Blye eller Kobber. Fra Bunden af Samle-Kisten eller Karret leder man Rør ned efter først til Horizonten, og siden under den hen til de Steder, hvor Vandet skal springe. Dog behøves ei at legge saa mange Rør i Bunden af Karret, som man vil have Spring-Vande til. Naar Hoved-Rørene ere blevne bragte midt hen for de Steder, hvor man vil have Fontainer, kan man legge mindre Rør ind paa Siden af de store, og ved disse sidste indrette saa mange Fontainer, som Omstændighederne tillade. Resten i simple Fontainers Indretning er meget let at forstaae. Er for Ex. (Taf. III. Fig. 14.) ABCD Enden af Røret bragt hen til det Sted, hvor Vandet skal springe, og E Fontainens Center, da gier man i en

maade-

maadelig Distance, fra E af for Ex. omkring ved A en Nedgangs-Kielder, som de foromtalte, hvor man legger en Hane ind i Røret, hvorved det strax kan sluttes og aabnes, dog altid med den Forsigtighed, at Vand-Gangen i Røret derved ei bliver smallere. I E loddes et Rør FG paa det forrige ABCD, og i den paaskruede Plade G over dette sidste Rør er den smalle Aabning *de*, af hvilken Vandet springer ud. Man kan i *de* skrue eller lodde, efter Behag, adskillige Piber paa, igiennem hvilke Vandet kan springe i mange Figurer, for at forestille en Soel, Viste, Vand-Pyramide og hvad andet man selv vil, hvilket, som let sees, beroer alene paa Pibens Figur og paa den Mængde i den giorte Huller. Men da disse stoppes let, og de tynde Straaler splittes af Luften, er en vertikal Vand-Straale af retskaffen Tykkelse ulige anseeligere, i sær naar den springer til en retskaffen Høide. Enden BC af Røret ABCD sluttes med en Plade og Skrue, eller med en stark Træe-Prop, som med Magt drives ind, og igien tages ud, for at lade Vandet løbe af.

§. 141.

Omkring enhver springende Vand-Straale maa legges et Vand-Bekken, eller Bassin, proportionert dens Høide og Tykkelse, saa det kan tage imod Vandet. Hvor Grunden falder, betiener man sig af det samme Vand til mange Fontainer. Man legger nemlig i Bekkenet af de øverste Hoved-Rør andre Rør i Bunden, som føre Vandet til et lavere Sted, hvor det samme Vand igien springer. Man farer derfra ligeledes fort til et endnu lavere, o. s. v. Fra det sidste legger man et Rør, som det overflødige Vand kan løbe

Man kan af det samme Vand undertiden betiene sig til flere Vand-Spring, som ligge lavere. Hvorledes Vand Bekkenet ved Fontainerne indrettes.

ud igiennem og flyde af. Et saadant Bassin eller Vand-Bekken maa altid legges med stor Flid. De mindst kostbare ere de, som legges med Leer, nemlig man bestemmer først Diametern af Bekkenet, som man siden forstørrer rundt om 3 til 4 Fod, og graver derpaa al Jorden ud to Fod dybere ned i Grunden, end man vil have at Bunden af Bekkenet skal ligge. Allerydrst legges derpaa en Steen-Muur ned i Jorden. Man kan til den bruge hvad Steen man vil, og binde Stenen sammen med Leer. Man giør den gierne 1 Fod i Tykkelse, dog altid tykkere til, eftersom at Grunden i sig er løsere, forsyner den og rundt om med udlobende Contreforts, om det behøves. Inden for denne Muur fyldes rundt om et Rum med vel sammentrod og stampet Leer, 10 til 12 Tomme tyk, hvilket, for saa vidt som det i denne Tykkelse skal ligge imellem begge Murene, føres ligesaa høit som den første Muur, nemlig ganske op igiennem; men under Grunden af den inderste Muur og under Bekkenet selv legges Leret ikke uden 18 Tommer høit. Inden for den høie Deel føres igien en nye Muur op af Sand- eller Teil-Steen, sammenbundne med Kalk og Cæment. Denne Muur legges an paa Planker oven paa Leret, og faaer sædvanlig 18 Tomme i Tykkelse. Man seer Profilen af et saadant Arbeid i Taf. III. Fig. 9. H forestiller Centret af Fontainen, HF dens Halv-Diameter og den øverste Bund af Bekkenet. ABDE den yderste Muur, C Belægningen af Leer, KGF den inderste Muur, som hviler paa Planker udi M. FI forestiller et Lag med Sand over Leret, og et paa det igien muret Steen-Gulv, som udgier Bunden af Bekkenet.

Man

Man gier og tynde Mure, opførte med Gips-Kalk, som ei tærer Blyet, og betrokne med Blye-Plader, uden at tale om andre. Dette sidste Slags Mure ere kostbarere. Sædvanlig giver man Bekkenet Figur af en Cirkel, oval eller af en regulier Figur.

§. 142.

Vand-Springenene kunde paa utallige Maader udzires med Figurer og Statuer, som spøite Vand ud.

Da det er ikke mueligt, at vi kunde her indlade os i den hele Fortælning af alle smaa Omstændigheder, som henhøre til disse Slags Indretninger; ville vi til Slutning af denne Forelæsning alene kortelig erindre. At, siden man kan vrie og vende de Rør efter Behag, som i *de* skrues paa, og giøre dem saa lange og saa korte, som man lyster; saa kunde de og legges ind i Statuer og støbte Metal-Figurer, som man vil, saa enhver seer let, hvorledes man paa denne Maade kan forestille Delphiner, som spøite Vand ud af Luft-Huller i Hovedet, Tritons og Nereider, som blæse overflødig Vand ud af deres Hoved. Maskér, som spøite Vand ud af Munden, og utallig andet, som enhver efter sit Indfald kan optænke. Deslige Statuer og Figurer, forandrede paa mangfoldige Maader, bruger man sædvanlig til enkelte Fontainers Udziring (*). Man maa alene see paa, at det, man forestiller, passer sig til Vandet, for at have et Theatisme, som passer. Da Kilderne komme fra Biergene, saa kan man forestille dem med Kilder, hvoraf Vandet flyder, med Satirer og Skov-Guder, saavelsom med alt det, som herer til Søen og Vandet.

§. 143.

(*) Man finder iblant andet herpaa en Mængde Tegninger samlede i Boeclers *Architect. Hydraulica.*

§. 143.

Gemeenlig lader man lette Kugler spille oven paa de vertikale Straaler. Undertiden legger man smaa Rør af fra de store Hoved-Rør. Legges disse smaa Rør ind i Statuer, som staae til Zirat, ved Trapper, da alene at en Hane leses, speite de Vand, og om dette haver en skiev, følgelig en parabolsk Direktion, kan man gaae under det, uden at blive vaad. Man kan anlegge de smaa Haner, som slutte og aabne disse Rør, saaledes, at de Personer, som gaae over Trapper, eller ind igiennem en Dør, selv uvidende aabne dem, ved at træde paa Trappen eller Fod-Trinet i Dørren. Man kan anlegge disse smaa Rør ved Speile og overalt i Gemakkerne. Haver man dertil intet andet Vand, kan man anlegge en Vand-Kiste eller Tønde i øverste Stokverk, som man lader simpel hen fylde, saa tidt det behøves, da man ved Rør, som løber fra den igiennem Muren ind i Værelserne, alene ved at aabne en Hane, altid kan have Vand.

§. 144.

Ligeledes og ved syngende Fugle og spillende Aare-Piber.

Man kan regne endeel af dette for hydraulisk Speg, og, endskiønt det oste falder mest i Øinene, seer man dog let, at det ikke er uden smaa Ting. Men da det kan være godt, derom at have giort sig en Idée, maa jeg endnu med et Par Ord tale om et andet hydraulisk Speg, som bestaaer i at lade, ved Vandets og Luftens forenede Bevægelse, Fugle synge og Aarverker spille (**).

Vi

(*) Desangaaende kan ellers meget udførlig efterslaaes Gasparis Schotti *Mechanica Hydraulico-Pneumatica*. See og *la Theorie & la Pratique du Jardinage* par L. S. A. J. D. A. Troisieme Edition.

Vi ville her alene i de simpleste Exempler vise Muligheden, da man dog desuden i vor Tid ikke gior meget Væsen af disse Kunster, som have tabt i Priis, efter at de store og prægtige Vand-Stykker have trokket alles Forundring og Høiagtelse til sig. Imidlertid er Sagen kortelig denne.

Man lader (Taf. III. Fig. 3.) et cylindrisk Kar af Metal DC forferdige, ind i hvilket Vandet kan flyde igiennem et Rør ABC. I *l* er et lidet Rør anlagt, figurert som en Træe-Green, paa hvilken i *h* en Figur af Fugl sidder. Dette Rør kan lukkes og aabnes ved Hielp af Hanen *g*. Oven i Karret er en dobbelt Bund. I den øverste, eller i Deklen, sættes ordentlige smaa Aare-Piber L ind, med aabne Ender, som stikke ned igiennem den øverste Dekkel. Aabningen imellem den dobbelte Bund og Karreter i Hanen *k*, saa at samme, efterhvi denne dreies, kan aabnes og lukkes. Vandet, som flyder ind i Karret DC igiennem ABC, jager den i samme værende Luft, saavel som den, det idelig selv fører med sig ud igiennem *lh*, om Hanen *g* alene aabnes. Giver man dette Rør Dannelse af en Nattergals-Pibe f. Ex.; da giver den i Røret *hg* indflydende Luft en Lyd og Stemme, der ligne Nattergalens. Og da man paa mange Maader veed at efterabe paa deslige Maader Fuglenes Stemme, behøves i Almindelighed intet andet, end at Luften i Røret *hgl* bliver enten paa en eller anden Maade sat i samme Bevægelse, som i disse smaa Instrumenter, hvilket kan skee paa en Mængde adskillige Maader. Røret E tiener til, at Vandet kan løbe ud igien af Karret.

Piberne af Aareverket angaaende, da, naar Hanen *k* aabnes, saa Luften flyder ind i det øverste Rum af Karret, og siden igiennem

nem Piberne, give de deres Lyd. Men naar man vil have hele Stykker spillet, bygger man en ordentlig Deel af et Aareverk med Klaveer og Tangenter. Anlegger et Hiul, som Vandet driver om, hvilket bevæger de til Aareverket ordentlig indrettede Belger, tilligemed en rund Bom, fra hvilken en Mængde smaa Stokke stikke ud, som i en vis Orden og efter en vis Takt bevæger Klaverets Tangenter, hvilke da spille de Stykker, som der er giort Indretning til paa Bommen, efter den imellem de smaa Stokke satte Proportion. Kan den musikalske Bom, som man med Ret kan kalde Node-Bommen, skydes lidt frem og tilbage, kunde adskillige Stykker spilles. Man kan giøre dette Slags Indretninger paa mange adskillige Maader; men det er nok, deraf at have Hoved-Ideen. Man kan imidlertid, for saa meget destobedre at forstaae det allerede sagte, besee Taf. III. Fig. 1, hvor F er Vand-Hiulet, paa Enden af dets Bom er en Drift C, som bevæger Hiulet D, hvilket igien ved en Drift B sætter den musikalske Bom A i Gang, hvis overhengende Stokke slaae an paa Tangenterne af Klaveret H, til hvilke Aare-Piberne ordentlig svare, omtrent som i Aare-Verkerne.

Tien-

Tiende Forelæsning.

Fortsættelse om Vandenes Uddeelning.

§. 145.

De fornemmeste Vand-Ziraater og Vand-Stykker forklares.

Til de simple springende Vand-Straaler behøves ikke stor Mængde af Vand, desuagtet udgiøre de dem med af de skiønneste Vand-Ziraater, naar de ere tykke, springe høit, i sær om de da forekomme i anseelig Mængde, og ere saaledes anlagte, at de samme Straaler tidt vise sig for Øiet i Linie med andre, saa det samme ofte sees i Gangene af en Have. Vil man have noget prægtigere endnu, da behøves Mængde Vand, for at indrette Vand-Fald, Vand-Gange, Vand-Theatrer o. s. v. Da dette meer hører til Architektur, end til Theorien af Hydrauliken, ville vi desangaaende alene give et Hoved-Begreb.

Alle store Vand-Stykker bestaae af mindre, iblant hvilke de springende Straaler ere med af de fornemmeste. Naar en Mængde Vand igiennem en eller flere vertikale Aabninger af stor Diameter flyder ud, stiger derfor ikke høit, og falder siden af paa en Convex Steen, eller Metal-Kumme, da kalder man det en Vand-Champignon. Flyder det ud af en stor Aabning paa Siden, og falder i stor Bredde med overflødig Vand ned efter en Høide, da kaldes et saadant Vand-Fald en Vand-Dug (Nappe d'Eau). Man kan altid lade en Vand-Champignon flyde af i en Vand-Dug, saavel-

saavelsom hvad andet springende Vand man vil, naar det i dertil indrettede Skaaler eller Coquiller kan flyde af i Mængde.

Vand-Regene eller Vand-Pyramider gjøres ved en Mængde mindre og større Rør, som springe rundt omkring en Vand-Straale af anseelig større Diameter. Vi have forhen sagt, at de tynde Straaler ikke kunde naae den samme Høide, som de tykkere.

§. 146.

Saavel som Kaskaderne eller de kunstige Vand-Fald med Vand-Gangene o. s. v.

Vand-Faldene eller Kaskaderne ere i sær at regne iblant de store Vand-Stykker. Deres Hoved-Beskaffenhed bestaaer deri, at en Mængde Vand flyder Trin- og Trappe-viis ned efter Siden af et Bierg, eller en paa Biergs-Maade indrettet Forhøining. Følgelig bør disse Vand-Fald altid rykkes ind imod en fast Muur, eller en anden anseelig Høide eller Banke af Jord. Jo høiere Kaskaderne ere, jo større Mængde af Vand der falder ned efter deres Trapper; desto meer agtes de. Det øverste af Kaskaden bestaaer gierne af nogle Champignons, som styrte overflødig Vand ud i neden under langs hen efter Kaskaden liggende Skaaler eller, i hvilke det immer styrter sig oven fra, og flyder igien idelig ud i Napper. Man zirer disse Vand-Stykker paa Siderne paa mangfoldige Maader: Med Vand-Spring hele Veien ned igiennem, saa de underste trekke deres Vand i Rør fra de ovenoverliggende: Med Vand-Pyramider, Figurer af Delphiner, Nereider og deslige, som spøite Vand, eller holde Kar, af hvilke det flyder ud. Man kan paa utallige Maader zire Kaskaderne, og giøre dem behagelige for Øiet. Ved Foden af Kaskaden flyder Vandet gierne ind i andre Rør, for siden at springe paa endnu nedrigere Steder i Lyst-Haverne. Man

seer

seer en Vand-Kaskade i Udkast med sine Trapper i Taf. III. Fig. 2.

Vand-Gangene gieres ved en Mængde Rør, som kaste deres Straaler i en Parabol skievt hen over Horizonten. Foran for en saadan Vand-Gang legger man gierne en Triumph-Bue, opført af Marmor eller Steen, og en Mængde Architektoniske Zirater, omkring hvilke Vand-Straalerne spille udi Mængde.

Man kan paa samme Maade lade Vandet springe imellem Grenene af Træer, i Kabinetter af Løv-Verk, zirede med Statuer. I Grotter. Etage-viis, da en Mængde enkelte Straaler falde af i Theater og Amphitheater. Med et Ord, Forandringerne kunne giores paa utallige Maader. Men Bekostningerne ere høist anseelige.

§. 147.

Afhandling om Vandets Uddeelning i store Byer saavel til Pumpe- som Springe-Vand.

Uden at opholde os længere ved disse prægtige Vand-Kunst-Stykker, ville vi kortelig handle om noget endnu vigtigere, nemlig om Vandets Fordeelning til Brug udi de store Byer. Hvad heller da at man paa den forhen forklarte Maade virkelig samler Vandet, og fører det fort ved Vand-Ledninger og i Render, eller man forefinder i Nærværelsen Seer og store Vand-Render, hvorfra det ligeledes kan trekkes, saa er det dog altid nedvendigt at lede Renderne til de høieste Platser, som dertil kunde vælges i Byerne, hvor Vandet kan øse sig ud i ligesaa mange store Samle-Kister, for fra dem af igien at blive fordeelt ved Hoved-Render hele Byen over. Saa tidt som man ikke vil have andet, end Pumpe-Vand, behøves ikke at see paa, om Renderne flyde fyldte med

Vand hen til de Steder, hvor Pumpen skal sættes, saa man i dette sidste Tilfælde ikke behøver andet, end at giøre sig den Theorie af Pumpe-Verkerne bekiendte, som i det følgende anføres; at forsyne Renderne overalt med Nedgangs Kieldere og Haner, saavel som at have et ordentligt og fuldstændigt Kort over samtlig Rendernes Løb henigiennem alle Byens Hoved-Quarterer, og alle de i dem værende Gader og Stræder.

Det sidste maa ligeledes meget vel agtes i Henseende til Spring-Vandene, og endnu meer at Rørene holdes bestandig fulde. For desto bedre at forstaae alt det hidhen hørende, ville vi kortelig agte følgende (*).

§. 148.

Fra Vand-Stedet, som maa ligge høit, eller fra det forommeldte store Samle-Kar, føres saa mange Hoved-Rør, som man behøver, til de høieste Steder i Byen, hvor man vil have Vand-Spring eller Fontainer. Man lader dem der stige til den største Høide, som de kunne faae, naar af dem Vandet skal flyde ud af Rørets hele Aabning. Man bestemmer denne Høide gemeenlig ved Forseg, da man skier af Røret, indtil det naaer denne Høide. Dette Rør vises i I i Profilen af Vand-Springet Taf. III. Fig. 4, og i dets Perspektiv Fig. 6, saavel som i dets Grund-Ris Fig. 5. Vandet øser sig ud af Røret I i et Blye-Kar AB, saa rummeligt, at det og kan tage imod det alt tilsammen. For at stille den hef-

tige

(*) See *Architecture Hydraulique* de Mr. Belidor, Tome 2. Liv. IV. Chap. IV. *de la Conduite des Eaux.*

tige Bevægelse i Vandet, som flyder ud af Røret ind i Karret, forsyner man dette sidste med en Tunge eller cirkulær Plade 2, hvis underste ikke maa naae Bunden af Karret, paa det at Vandet sagte kan flyde ind af det inderste Rum i det yderste, og i dette sidste være fast uden Bevægelse. Rundt om B sees en Mængde smaa cylindriske Piber, de tiene til at bestemme, hvormeget Vand Røret i en vis Tid giver, naar nemlig igiennem dem saa meget flyder ud af Karret, som af Røret flyder ind i det. Af disse smaa Piber flyder Vandet videre ned i et endnu større Kar FI, som af formeldte Aarsag ligeledes forsynes med Tungen G, og i K med et Skille-Rum, som ganske forhindrer Vandet i at flyde ind fra Karrets inderste Deel K i den yderste FI, uden for saa vidt, som dette skeer igiennem visse dertil paa den nylig forklarte Maade indrettede Piber, eller andre Aabninger, som legges overlig oppe i Skilde-Rummet K, for desto bedre at kunde vide, hvor meget Vand der igiennem enhver af disse Aabninger flyder ud, af Aarsager, som strax nærmere skulle forklares.

Det yderste Rum KFI inddeles, som Fig. 5 og 6 vise, i en Mængde Rum. Man indretter dem saaledes, at de holde hvad Mængde Vand man vil. De Cirkler, som i dem sees Figur 5, tilkiendegive ligesaa mange vertikale Rør, i hvilke Vandet (Fig. 4 og 6) flyder hen til dets bestemte Steder, hvor det skal springe enten paa offentlige Platser eller i private Folkes Gaarde, som have tilkiebt sig Vand. De store Cirkler og Rør forestille de store Rør, hvilke føre Vandet hen til andre mindre Fontainer, som ligge andensteds og lavere; hvilkes Indretning da bliver den samme, som den her forklarte. De mindre føre Vandet til private. Haver

man

man den Overflødighed af Vand, at man kan deraf paa Platsen af Fontainen meddele det Almindelige en Deel for intet, da indrettes ved det nederste af Fontainen et eget dertil indrettet Blye-Kar, og man lader ned fra Fl et Rør, som efter Behag kan lukkes og aabnes, gaae ned i Karret, for at meddele det saa meget Vand, som man vil skienke Almuen.

Det forstaaer sig selv, at samtlig de vertikale Render maa, naar de naae Horizonten, siden føres horizontale. Man gior derfor omkring Fontainen rummelige Nedgangs-Kieldere og korte Aqueducs, for uden Forvirring at føre Renderne.

§. 149.

Hvorledes man i Brugen best kan uddele Vandet i givne Forhold.

Saasnart som Vandet i B holder bestandig den samme Høide, og man vil maale i Tommer Vand den Deel, som flyder ud, retter man sig med Mr. Mariotte gemeenlig efter den Regel, at naar Vandet stod til en Linies Høide over en Aabning paa et vertikal Plan af 1 Tommes Diameter, da fled 14 Kander, eller en saa kaldet Tomme Vand, ud af Aabningen i et Minut. Gier man Røret, som fører Vandet af fra en af de smaa Skille-Rum, net op saa stort (§. 130.), at det kan føre alt Vandet af, da flyder igiennem et hvert Rør den Andeel Vand, som flyde bør. Følgelig er Vandet meget let uddeelt i de behørige Andeel til de smaa Skille-Rum, saa tidt som Centrerne af alle de smaa Piber ligge over en og den samme horizontale Linie, og Vandet staaer over det øverste af Cirklernes Peripherier til en vis Høide. Thi bestemmer man engang for alle, hvad den mindste Andeel Vand skal være, som man hver Minut vil uddele til de private, der forlange Spring-

Vand,

Vand, for Ex. $\frac{1}{4}$ Tomme Vand i et Minut, og man fremdeles, for at undgaae alle Vanskeligheder af Udregningen i Praxis ikke vil uddele andre Mængder af Vand, end de, som med denne Unitet lade sig net op dividere, for Ex. $\frac{1}{2}$, $\frac{3}{4}$, 1, $1\frac{1}{4}$, $1\frac{1}{2}$, $1\frac{3}{4}$, 2 Tomme Vand, o. s. v. Bestemmer man tillige, i hvad Dybde Centret skal ligge under Vandet; da behøves intet andet, end en Gang for alle at bestemme, enten ved Udregning, efter de i den tredie Forelæsning givne Regler, eller, hvilket endnu er sikrere, ved nøie Forseg, hvor stor Diametren af Piben i den Dybde under Vandet bør være, for at den i et Minut kan give $\frac{1}{4}$ Tomme Vand, og derpaa at lade Vandet flyde ind i enhver Afdeelning igiennem saa mange deslige Piber, som man vil meddele enkelte Portioner Vand til. Uddeelningen bliver da altid let og proportionert; i alle andre Tilfælde derimod vanskeligere, om Diametrerne enten ere ulige, eller Centrerne ikke ligge paa den samme horizontale Linie, skiønt man ved Forseg og ved de i den tredie Forelæsning givne Regler, endog i disse sidste Tilfælde, altid kan bestemme Aabningernes Størrelse, naar det behøves.

§. 150.

Vanskeligheder, som møde ved Cirkel-Aabninger, naar Vandet ikke bestandig holder samme Høide i det Kar, hvorfra det uddeles.

Følger man denne Maade, som synes at være den letteste, da om Vandet i Karret eller Vand-Stedet ikke bestandig kan holdes til samme Høide, gier man bedre i at legge Piberne, som uddele Vandet, dybere, end høiere oppe under den øverste Vand-Linie, for at ikke, naar Vandet taber sig, intet Vand skal kunde flyde igiennem. Man kunde og legge en dobbelt Rad Piber, den ene under den anden, til adskillige Dybder under Vandet, og holde efter Fornødenhed den ene Rad tillukt. Saa tidt som man fandt det for umageligt, naar store Portioner Vand skulde uddeles, at anlegge saa mange smaa Piber, kunde man bestemme en anden Horizontal-

Linie for de cirkulære Aabninger, hvilke i Minutet gav en Tomme Vand, o. s. v.; thi ellers møde ved de cirkulære Aabninger, i Henseende til Vandets Uddeelning, betydelige Vanskeligheder. Ere for Ex. (Taf. VII. Fig. 4.) *a*, *b*, *c* Centrer af Cirkler til adskillig Diameter, lagte over en og den samme horizontale Linie, da, naar de store Aabninger endnu kunde give Vand, kan det treffe, at de smaa give intet. Legger man derimod alle Peripherierne over den samme Linie *pm*, da give, naar Vandet synker meget under sin rette Høide, de smaa Aabninger i Proportion ulige meer Vand, end de store. Middel-Hastighederne og de udflydende Mængder af Vand forandres desuden efter enhver Diameter, saa at Vanskeligheden er ulige større i disse Tilfælde, end i den §. 149 anførte.

§. 151.

De retvinklede Parallelogram-Aabninger have i denne Henseende en Fordeel frem for Cirkel-Aabningerne.

Den Fordeel derfor, at Cirklen under den mindste Periferie indslutter det største Rum, er ikke at regne imod de Fordele, som, i Henseende til Vandets Uddeelning, følge de retvinklede firkantede Aabninger, om igiennem dem Vandet fled ud. Ere disse Aabninger *d*, *e*, *f*, alle til samme Høide, men af adskillig Grund-Linie, da forholde sig de udflydende Mængder Vand, som Grund-Linierne. Falder Vandet, falder det til samme Høide i dem alle. Middel-Hastigheden bliver overalt ens. Disse Fordele ere saa anseelige, at man haver været vel berettiget til at foreslaae dem, som mageligere i Brugen og Vandets Udmaalning, end de cirkulære. I øvrigt var adskilligt i Henseende til Indretningerne at erindre, i sær for de Tilfælde, da Vandet i Karret eller Vand-Stedet staaer snart høiere, snart lavere, men det er her ikke Stedet, fuldstændig at afhandle det, som henhører til Fontaine-Væsenet. Det her derom givne Begreb er allerede temmelig fuldstændigt.

Ellevte

Ellevte Forelæsning.

Om Vandets Bevægelse, som stiger i Rørene og flyder ud af store Aabninger, saavel naar det drives alene af sin egen Tyngde, som naar det drives af fremmede Kræfter.

§. 152.

Vandets Bevægelse ud af de cylindriske Kars fulde Aabning bestemmes.

Er (Taf. VII. Fig. 5.) ABCD et cylindrisk Rør, som i A bestandig holdes fuldt med Vand, hvilket i D igien flyder ud, med en Hastighed $\sqrt{x}$, til hvilken svarer den Heide x. Da er, om $AB = a$, og $CD = b$, Pressionen i Røret AB, som bevæger Vandet op efter CD, $= a - x$. Thi da Aabningen er overalt den samme, maa Vandet hele Røret ABCD igiennem bevæges med den Hastighed $\sqrt{x}$, hvorved den Deel af Pressionen tabes, som svarer til Heiden x. Trykningen ned efter udi DC beløber sig derimod $b - x$. Men den hele Kraft eller Pression, som bevæger Vandet ud igiennem Aabningen D, er Trykningen udi AB op efter formindsket om Trykningen udi CD ned efter. Følgelig bliver den hele absolute Trykning, som bevæger Vandet ud igiennem Aabningen D, $= a - x - b + x = a - b = AF$. Men en Trykning, som AF, der desuden haver til Moment Ha-

stigheden af Vandet udi D, kan og maa virke som et stilstaaende Vand. Da derfor dette sidste kan bringe det udflydende Vand til den Høide DE = FA, saa er det klart, at $x = a - b$, eller at den Høide, som svarer til det udflydende Vands Hastighed udi D, er den, som tilkiendegives ved Forskiellen imellem Høiderne udi begge Rørene AB og CD. Saa at Vandet i D maa flyde ud med den Hastighed $\sqrt{a-b}$, men derfor kan det dog ikke stige til den Høide $a - b$, af de forhen anførte Aarsager.

§. 153.

Denne Bevægelse kan ei blive vedvarende, saafremt at det opstigende Rør ei er af mindre Diameter, end det nedstigende, med mindre at Vandets Høide immer blev større indtil i det uendelige over Aabningen af det nedstigende Rør.

Det i §. 152 sagte er uimodsigelig sandt, under de Hypotheser, at i A saa meget Vand kan flyde til, som igiennem Aabningen D flyder af, og at Vandet i Røret er bragt til en ensdan Bevægelse, saa det bestandig bliver ved at flyde ud af D med samme Hastighed. Men disse Betragtninger kunde ikke finde Sted, saafremt som Aabningen D, igiennem hvilken Vandet flyder ud af det kortere Rør ikke er mindre, end Aabningen A, hvorigiennem det flyder ind i AB. Thi er Røret ABD overalt af samme Tykkelse, da bliver Hastigheden i F eller D altid større, end Hastigheden i A, saa Karret ei kan bestandig holdes fuldt, med mindre at den Høide HK, som svarer til Hastigheden, hvormed Vandet flyder ind i A, er en overmaade stor Størrelse, og fast uendelig stor, saa at HK og HK + AF kunde begge ansees for at være to lige store Størrelser.

§. 154.

Det er derfor ikke mueligt, at Vandet kan blive idelig ved med ensdan Bevægelse ved sin egen Tyngde at bevæge sig igiennem og ud af Rør, hvis Diameter er overalt lige stor. Diametern i Aabningen D bør nødvendig være mindre, end Diametern i A. Hvilket man og forstaaer i Almindelighed paa denne Maade. Er GIKH et Kar af stor Vidde, ned af hvilket Vandet flyder ind i A; kaldes Høiden HK, a; Høiden AF, b; og Aabningens Diameter kaldes d i F, om Vandet flyder vertikal ud af Bunden, men ellers forstaaes ved d Diameterns Aabning i D, om Vandet flyder ud af det opstigende Rør. Kaldes videre Diametern af Aabningen udi A, D. Da, i Følge Hypotheserne af §. 153, maa Hastigheden, hvormed Vandet flyder ind i A, være $\sqrt{a}$ (§. 3.). Thi Aabningen i A antages at være liden imod Aabningen HG, og af samme Aarsag bliver Hastigheden i D eller F $= \sqrt{a+b}$. Men skal Bevægelsen ud af D være vedvarende og uoverbrudt, maa $D^2 : d^2 = \sqrt{a+b} : \sqrt{a}$. Hvoraf faaes $a = bd^4 : (D^4 - d^4)$. Hvoraf følger

1) At saa længe, som d er mindre end D, bliver a eller Høiden HK altid en endelig og bestemt Størrelse, saa at en ensdan Bevægelse af Vandet ud igiennem D altid er muelig.

2) Er derimod $d = D$, bliver a uendelig stor, som før sagt §. 153. Er d større end D, bliver a negativ, efter at have igiennemgaaet det uendelige. Følgelig bliver den meer end uendelig, saa at det da er, saa at sige, meer end umueligt, at bringe Vandet til en vedvarende Flydning ud af D.

§. 155.

Det foregaaende haver Sted, saa tidt som Vandet flyder ud ved sin egen Tyngde, ikke naar det drives igiennem cylindriske Rør af fremmede Kræfter.

Man bør derfor altid antage, at Aabningen D, som Vandet flyder ud af, er mindre end Aabningen A, og saasnart som det er, kan man ydermere altid sætte, at, naar Vandet først er bragt til bestandig Flod ud af D, at da Høiden DL, som svarer til denne Hastighed, er = HK + AF. Men derved er endnu at agte, at om Vandet ei ved Bevægelsen igiennem AF vinder en nye Hastighed, men beholder alene i F den samme Hastighed, som i A, og saa videre hele Røret ABCD igiennem, da om end Aabningen D er af samme Størrelse, som A, maa dog Vandet i D flyde ud med den samme Hastighed, som den er, med hvilken det fled ind i A, med en Hastighed = $\sqrt{HK}$. Thi, i Følge Hypothesen, er Bevægelsen af Vandet overalt udi ABCD den samme.

Dette sidste er det Tilfælde, som passer sig paa Vandets Bevægelse, naar en fremmed Kraft trykker det igiennem et Rør ABCD. En saadan Kraft maa man altid forestille sig som en Cylinder Vand, hvis Basis er A, og hvis Høide er en Linie HK, saa stor, som Omstændighederne af Kraftens Bestemmelse den udfordrer. Hastigheden i D, efter at Vandet er kommet til ensdan Bevægelse ud igiennem denne Aabning, bliver altid den, som svarer til Høiden HK. Hastigheden er derfor i D bekiendt, naar den i A trykkende Kraft er given, saavel i Henseende til den Høide CD, hvorigiennem den simpel hen løfter Vandet, som i Henseende til den Hastighed, hvormed Vandet skal flyde ud af D.

§. 156.

§. 156.

Derfor, naar Hastigheden er given, hvormed Vandet skal flyde ud af D, tilligemed Høiden af Røret CD, da, for at løfte Vandet op igiennem CD, udfordres en Kraft, proportionert CD. Derimod, for at give Vandet i D ved Trykningen i A en Hastighed ud igiennem Aabningen, hvormed det kan stige til L, udfordres ydermere en Kraft, proportionert Høiden DL; saa at den hele trykkende Kraft udi A, som behøves for at iverksætte denne Bevægelse, bliver saa stor, som Vegten af en Cylinder Vand (eller i Almindelighed af samme Flydende), hvis Grund-Flade er Cirklen af den cylindriske Aabning udi A eller D, og hvis Høide er CD + DL.

Disse sidste Kræfters almindelige Bestemmelse vises.

§. 157.

Behøves alene at løfte Vandet til den Høide CD, og i samme Høide at faae en vis Mængde Vand i en given Tid til at flyde ud af en Aabning udi D; Da er det i Henseende til de sidstomtalte Kræfters Størrelse ingenlunde ligegyldigt, hvad heller at man lader Vandet flyde ud af en Aabning, som Rørets, eller af en anden. Thi lader man af det samme Rør Vandet flyde ud af to Aabninger, først af en, og siden af den anden udi samme Tid, og disse Aabningers Forhold imod hverandre ere $n:m$, den førstes absolute Størrelse A, og den anden derfor $\frac{m}{n}$A. Da flyder i samme Tid de samme Mængder Vand ud af dem, om Hastigheden i den første er h, og i den sidste $\frac{nh}{m}$. Eller om Hastighederne ere i begge under sig $= m:n$, eller i forkeert Forhold af Aabningerne. Følgelig, om

Dersom igiennem større og mindre Aabninger i samme Tid den samme Mængde Vand skal drives ud, da udfordres dertil igiennem mindre Aabninger større Kræfter, end igiennem større.

om Høiderne, som svare til disse Hastigheder, ere under sig i forkeert Forhold af Aabningernes Quadrater.

§. 158.

Deraf sluttes, at jo større Aabningen gjøres i D, hvoraf Vandet flyder ud, desto mindre Formering i absolute Kræfter over de, som svare til CD, behøves for at iverksætte denne Virkning, siden disse Kræfter ere Høiderne proportionerte, der svare til Hastighederne, og følgelig, som §. 157, i forkeert Forhold af Aabningernes Quadrater; saaledes, om Aabningerne udi D ere som 1 og 2, blive de Tillæg i Kræfter, som i begge disse adskillige Tilfælde behøves, som 4 og 1. Saa man behøver fire Gange flere Kræfter i det første Tilfælde, da Aabningen var 1, imod hvad man behøver i det andet, da den var 2, o. s. v.

§. 159.

Deraf sees, at man taber anseelige Kræfter, 1) saa tidt som man lader Vandet flyde ud af et Rør med stor Hastighed der, hvor ikke uden en liden behøvedes. 2) At man taber altid overmaade i Kræfter, ved at lade Vandet flyde igiennem smalle Aabninger, naar nemlig i samme Tid lige meget Vand skal bevæge sig ind i dem, som ellers flyder i større, saa man maa søge at forekomme dette sidste i Vand-Machinerne saa meget, som mueligt, naar man ved dem vil udrette saa store og fuldkomne Virkninger ved de givne Kræfter, som de øvrige Omstændigheder tillade.

§. 160.

§. 160.

Man gior derfor altid vel i, at lade Vandet flyde ud igiennem forstorrede Aabninger, som AB (Taf. VII. Fig. 6.). Dog bør agtes, at Høiden *dc*, som svarer til Hastigheden af det udflydende Vand, maa være saa stor, at alt Vandet kan flyde af til Siderne, hen efter *d*A og *d*B, fordi ellers ikke saa meget Vand flyder af, som der gaaer ud af Aabningen AB, og det Vand da, som bliver staaendes, hindrer det øvrige. Høiden *dc* maa derfor være $= \frac{3}{8}AB = \frac{3}{8}d$, om $AB = d$.

Ved at lade Vandet flyde ud igiennem større Aabninger, vindes altid anseelig i Kræfter, dog maa den Høide, som svarer til Hastigheden, hvormed Vandet flyder ud, ikke være mindre end $\frac{3}{8}$ af Aabningens Diameter.

Bliver Hastigheden mindre, maa Kraften formeres. Thi Cirkel-Rummet, hvoraf Vandet flyder ud, er saa stor, som et Parallelogram, hvis Grund-Flade er Peripherien, og hvis Høide er den halve Halv-Diameter. Den halve Halv-Diameter kan derfor ansees som Middel-Linien af den hele Cirkel-Aabning. Thi multiplicerer man den med Hastigheden af det udflydende Vand, og dette igien med Peripherien, faaes den hele Mængde Vand, som flyder ud af Cirkel-Aabningen.

Den Deel af Vand, som kan flyde af efter Siden udi *cd*B (Fig. 6.), bevæges i denne Direktion af det overliggende Vands Trykning udi *cd*B. Da derfor Hastigheden, hvormed det flyder af paa Siden, er som Quadrat-Roden af Høiden, saa bliver det Vand, der paa Siden kan flyde af, som det parabolske Rum, hvis Høide (Taf. VII. Fig. 3 og 9.) er $cd = qd$, og hvis Grund-Linie *de* er $= \sqrt{cd} = \sqrt{dq}$, og dets hele indre Rum beløber derfor $\frac{2}{3}dq.de$. Eller om $qd = x$; $de = h$; bliver $\frac{2}{3}xh = qde$.

Men *qde* maa være saa stor, som det retvinklede Parallelogram under Cirkel-Aabningens Middel-Høide, som er Fierde-Parten af Diametern, og Hastigheden $de(=\sqrt{dc})$, hvormed Vandet flyder ud af Aabningen, eller $\frac{2}{3}x,h = \frac{1}{4}d.h.$ Hvoraf faaes $x = \frac{3}{8}d.$

§. 161.

Hvorfor Vand, som flyder ud af fuld Aabning, staaer høiest i Midten.

Denne Side-Trykning er ellers, tilligemed Rivningen i Aabningen, Aarsag i at Vandet, naar det saaledes flyder ud af fuld Aabning, staaer høiere i Midten, og siden alt lavere og lavere. Thi saa meget, som den Høide beløber, der svarer til Hastigheden, hvormed det flyder af paa Siden, forringes den virkelige Høide, hvormed det skulde stige.

§. 162.

I hvad Tilfælde en altid bestandig trykkende Kraft giør sin største Virkning i at løfte Vandet, saavel i Henseende til Høiden, det løftes til, som Hastigheden, det flyder ud med.

Da den Mængde Vand, som den samme Kraft (Taf. VII. Fig. 5.) §. 152, kan bevæge ud igiennem Aabningen D, af et overalt lige vidt cylindrisk Rør, beroer paa Hastigheden og dennes Størrelse igien paa Formindskelsen af Røret DC. Saa sees strax, at jo lavere DC bliver, desto meer Vand flyder ud af Aabningen D i samme Tid, men til en desto mindre Høide løftes det. Jo høiere derimod at det løftes, en desto mindre Mængde Vand flyder i samme Tid ud; Følgelig maa der blive en Middel Høide, i Henseende til hvilken af den samme Kraft den største Mængde Vand kan i samme Tid løftes til den største Høide, saa at nemlig Virkningen, i Henseende til begge, tillige bliver den største. Man beviser,

viser, at dette træffer ind i det Tilfælde, da CD $= \frac{2}{3}$AB (*), om den hele bevægende Kraft forestilles ved AB.

§. 163.

I dette Tilfælde er den absolute trykkende Kraft, som driver Vandet ud af Aabningen D altid den samme, i hvad endog at Hastigheden bliver, hvormed Vandet flyder ud. Derimod om Rørets Heide CD antages som bestemt, da sees strax, at om AF bliver større, bliver Hastigheden i D ligeledes, saavel som det i samme Tid udflydende Vands Mængde, større. Kaldes AF ubestemt viis x; DC, b; da bliver den absolute Kraft som $b + x$, Hastigheden derimod, Vandet flyder ud med, som $\sqrt{x}$. Men x og $\sqrt{x}$ ere adskillige Forhold, følgelig maa der være et Tilfælde, udi hvilket Virkningen, i Henseende til den virkende Kraft, maa være den største. Man beviser, at det er det, da AB $= 2$DC. Saa at derfor, naar Rørets Heide er given DC, og man søger, hvad Kraft der er fordeelagtigst i Henseende til Virkningen udi D, (saa at, om Kraften over den formeres, voxer Virkningen ikke længer i saa stor Forhold imod Kraften, som før, saa man taber i Kræfter; formindskes Kraften derimod, taber man endnu efter en større Forhold i Virkning) saa behoves alene, at giere Røret AB, eller

Ligeledes, af hvad Forhold imod Virkningen den virkende Kraft maa være, paa det at denne sidste iblant alle muelige Kræfter, som ligeledes anvendes, kan i Henseende til Virkningen være den største.

(*) Thi kaldes den søgte Høide CD, x, og AB, a, da bliver Hastigheden i D $= \sqrt{\text{AF}} = \sqrt{a - x}$, og $x\sqrt{a - x}$ skal være et største.

Eller $2axdx - 3x^2dx = 0$, hvoraf saaes $x = \frac{2}{3}a$.

eller Kraften, som det forestiller, dobbelt imod Trykningen i CD (*).

§. 164.

Almindelig Maade at bestemme det udflydende Vands Mængde i alle Slags Rør.

Da i Vandets Trykning Bredden af Vandet ikke gior noget til Sagen, men dettes Høide alene henfort til den Grund-Flade, der trykkes paa; Saa sees strax, at om Rørene ikke ere af samme Diameter, for Ex., om (Taf. VII. Fig. 5) Røret ABC er af ulige større Aabning, end Røret CD, bliver dog Hastigheden, hvormed Vandet bevæges ud af Røret, altid den, som svarer til Quadrat-Roden af Høiden AF; thi Trykningen efter DC tilintetgior Trykningen FB = DC. Saa man, for at beregne den Mængde Vand, som flyder i en vis given Tid ud af D, behøver alene at see paa, hvad AF er, og hvad Aabningens Størrelse antages for at være udi D.

Det samme haver i alle Henseende Sted, om Aabningen udi D er større, end Aabningen udi A; men i dette sidste Tilfælde kan Vandet ikke i D flyde ud af fuld Aabning; saa at heraf sees, at saa tidt som ved fremmede Kræfter Vandet drives ud igiennem en Aabning D, er det altid bequemmest i Brugen, naar Røret ABCD er langs igiennem og i Aabningen D af samme Diameter; thi er Aabningen D af mindre, flyder i samme Tid, og samme Kræfter anvendte, ulige mindre Vand ud. Er den større, og Hastigheden i D

(*) Thi kaldes DC = FB, b; og DE = AF, x. Da bliver i dette Tilfælde $(b+x) : \sqrt{x}$ et største, eller $-\frac{dx.(b+x)}{2\sqrt{x}} + dx\sqrt{x} = 0$. Hvoraf faaes $x = b$.

i D skal blive den, der svarer endnu til samme Høide, flyder Vandet ikke ud af fuld Aabning.

Følgelig ere, saa tidt som Vandet drives igiennem Rørene af fremmede Kræfter, lige store Rør i Brugen de beste, og man sparer mest i Kræfter, naar Aabningerne udvides i Enden, som Taf. VII. Fig. 6.

§. 165.

Endskiønt man altid bør see paa, efter det forhen sagte §. 158, 159, at Vandet flyder ud af Aabningen med saa liden Hastighed, som muelig, imod at denne sidste derimod forstørres, fordi derved spares i Kræfter, saa er det dog altid let, i et hvert givet andet Tilfælde at bestemme det herhid hørende.

Oplosning af adskillige herhid hørende Spørsmaal.

Thi er det Vands Mængde, som skal flyde ud af D i et Minut, M; Hastigheden h; Aabningen D. Da bliver $M = hD$. Saa man altid kan, naar af de tre Ting, Vandets Mængde nemlig, dets Hastighed og Aabningens Størrelse, de to ere givne, bestemme den tredie.

§. 166.

Findes saaledes af Aabningens Størrelse og det udflydende Vands Mængde Hastigheden udi D, og Høiden DC er tillige bekiendt, som Vandet skal løftes til, da findes let hele Høiden af Reret AB, thi $FB = DC$ og AE er Høiden, som svarer til Hastigheden.

§. 167.

Ligeledes, om Høiden AB er given, og Høiden DC, bestemmes derved Hastigheden udi D. Af den igien og af Aabningens Størrelse den Mængde Vand, som i D kan flyde ud.

Den største muelige Mængde Vand, som kan flyde ud, er den, som (alt for Resten lige) flyder ud i C. Saasnart som samme er bekiendt, bestemmes let den Høide af DC, i hvilken at enhver anden Mængde Vand, mindre end den i C, kan flyde ud af den givne Aabning. Thi af Vandets givne Mængde i et Minut og af Aabningens givne Størrelse er Hastigheden bekiendt, hvormed det flyder ud af Aabningen, følgelig og den dertil svarende Høide AF. Trekkes samme fra Høiden AB, der ligeledes antages som given, da faaes den søgte Høide DC.

Vi have i alt dette betragtet Vandets Trykning simpel hen, uden at bekymre os enten om Rivningen, eller om andre Hindringer. Man kan i disse Henseende her videre anvende, hvad vi i det foregaaende desangaaende have sagt. Vi ville her saa meget mindre derved opholde os, som Theorien dog ikke er endnu tilstrekkelig nok til at give noie Regler for Udregningen af de didhen hørende Hindringer.

Tolvte

Tolvte Forelæsning.

Om Machinernes Bevægelse ved Vandets Stød, og i sær om Vand-Hiulenes og Vand-Dæmningernes Indretning.

§. 168.

Iblant de store bevægende Kræfter regner man med Foie Vandet. Nytten af dette vigtige Element og dets rette Brug i Machin-Væsenet synes ikke at have været de Gamle synderlig bekiendt, uagtet at det er den mindst kostbare, den betydeligste i Kræfter, den mest vedvarende, de fleste Tider best regierlige, og saaledes den fortrefligste af alle mekaniske Kræfter, hvor den kan efter Fornødenhed haves og i Brugen anvendes. Vand-Machinerne ere og derfor i vor Tid de, man gierne betiener sig af i alle Tilfælde, naar man kan. Men Vandet anvendes i dem særdeles paa to Maader, enten til at drive Machinerne ved sin simple Tyngde, eller og ved sit Stød.

Paa hvor mange Maader at Vandet anvendes i Machinernes Bevægelse.

§. 169.

I det sidste Tilfælde bevæges Machinerne altid ved de saa kaldte Vand-Hiul, som Vandet slaaer an paa. Vand-Hiulene ere

Hvad der maa iagttages ved Vand-Hiulenes

Anlegning; og hvor mange Slags man af dem fornemmelig bruger.

ere fornemmelig to Slags, enten som i Taf. VI. Fig. I., hvor Fiellene *a*, paa hvilke Vandet slaaer an, ligge imellem to stærke Træe-Skiver, i Halv-Diameterns Direktion, eller som i Figur 2, hvor Fiellene staae perpendikulær paa den cirkulære Ring af Hiulet. De sidste ere de saa kaldte Straub-Hiul. Den første kaldes, om Halv-Diametern ei er uden 3 Alen, Staber-, er den 8, Panster-; alle tre Slags ere Underfalds-Hiul, som nemlig staae høiere, end Vandet, der styrter ned paa deres underste Deel. Vi ville først tage dem i Betragtning, som de vigtigste og sædvanligste i Brugen. Vand-Hiulet, ved at velte sig om, bevæger igien andre Hiul, sammenføiede paa de forhen i Statiken viiste Maader, og Maaden af denne Delenes Sammenføielse beroer paa den Virkning, som man haver foresat sig endelig at udføre. Vand-Hiulet anlegges ved store Vande i en Strøm, som idelig støder an paa det. Haver Strømmen eller Vandet i Aaen ikke Kræfter nok, gior man en Forheining af Steen, anlagt paa Pæle, foran for Vand-Hiulet, at Vandet kan voxe, faae større Fald og styrte med større Kræfter ned paa Hiulet. Om disse Dæmninger skal tales kortelig siden. Er derimod det Vand, som skal drive Hiulet, ubetydeligt. Da, efter at Grunden langs hen efter, hvor Vandet skal løbe, i Forveien vel er bleven nivellert, leder man Vandet igiennem de laveste Steder, om det igiennem dem ei allerede flyder, samler Kilderne, om nødig giøres, saa de flyde sammen i et, forsyner Aae-Bredderne med Diger, at Vandet ei svømmer over Engene og gier Land Manden Skade. Om Nytten af det Verk, som anlegges, kan betale Bekostningerne, samles Vandet siden i en Dam eller Samle-Kiste paa et Sted, neden for hvilket er et naturligt Affald. Der legges Vand-Hiulet, saa at det kan drives

af

af det af Dammen igiennem Samle-Kisten udaf en proportionert Aabning i denne sidste udstyrtede Vand. Neden for Hiulet maa endelig sees paa, at Vandet finder en reen Vei for sig, til at flyde af, saa det ikke bliver staaende, eller træder tilbage i Hiulet, og hindrer dets Omveltning. Aae-Løbet neden for Hiulet bør derfor føres, saa meget som mueligt, uden Bugter og smalle Aabninger, siden Vandet derved taber sin Fart og træder let tilbage, fordi det vorer, saasnart som det ikke kan flyde af i samme Mængde, som det flyder til.

§. 170.

Haver man ikke uden liden Forraad paa Vand, maa nødvendig, før noget videre foretages, den Mængde Vand bestemmes, som til Vand-Hiulets Bevægelse behøves, og til den Ende i sær paa de terreste Aarets-Tider undersøges, hvormeget Vand der flyder igiennem Aaen i et Minut, for siden deraf at slutte, om samme og er dertil tilstrekkelig, at Verket kan gaae idelig og uden Ophør, om nødig gieres. Hvorledes man best kan undersøge, hvad Mængde Vand der flyder igiennem Oversnittet af en Aae i en vis given Tid, er forhen bleven forklart i Slutningen af den femte Forelæsning. I øvrigt forstaaes det af sig selv, at Vandets Mængde, som saaledes behøves, kommer altid an paa den Modstand, som ved Vand-Hiulets Omveltning skal overvindes; saa denne maa forud være nogenlunde bekiendt. Man kan dertil anseelig nærme sig ved Udregning. Desuagtet gier man bestandig vel i at giøre sig Proportionerne i de Machiner af samme Slags bekiendte, som

i Brugen ere virkelig blevne anvendte, og som have giort ønskelig Virkning (*).

§. 171.

Hvorledes Vandet føres til underfalds Mølle-Hiul, og de Dæmninger, som dertil behøves.

Finder man, paa hvad Maade det endog er, at det Vand, som flyder igiennem Aae-Gangen, er tilstrækkeligt nok for at drive Vand-Hiulet, maa endnu videre sees paa, om Vandet paa det Sted, hvor Mellen skal legges an, kan faae Fald nok, deels for at flyde til, deels for at drive Mølle-Hiulet, deels for at flyde af. For at forstaae dette saa meget desto bedre, maa man agte, at saa tidt som Vandet skal samles i en Vand- eller Samle-Kiste, for ved Hiulet, for siden igiennem en given Aabning paa det at styrte ud, legges Vand-Kisten med dens Tilbehør, saavelsom Vand-Hiulet og de ved det fornødne Affalds-Render, an paa følgende Maade.

1) Om Vandets Mængde er anseelig.

Er da (Taf. V. Fig. 1.) C Mølle-Hiulet, som Vandet skal drive om, da legges strax foran for det under *d* en Rad stærke Pæle an, saaledes som de forevises Taf. V. Fig. 3, i Grund Risset udi *b*. Midt imellem dem slaaes andre Pæle *f*, alt som Figuren viser. Disse sidste fatte med spidsede Ender stærke Planker, hvoraf en sees i *gg*, og paa de øvrige Steder punkterte. *gg* legges skraae, saale-

(*) Saaledes udfordrer Belier. *Theatr. Machin. Molar.* Cap. 2. I Korn-Møllerne til et Staber-Hiul 1760 Tommer Vand, hver til 14 Kander, i et Minut. Til et Panster-Hiul dobbelt saa meget. Til et Straub-Hiul 632 Tommer Vand i et Minute.

saaledes, som Fig. 1 viser, udi *on*, paa det, naar Vandet flyder ind i Samle-Kasten efter den Direktion *gfg*, det da ikke skal kunde letteligt snige sig ind under, og tære Grunden. Oven over Pælene *b* legges Grund- eller Melle-Træet, eller en stærk Ege-Bielke, som de spitsede Ender af Pælene, der stikke op igiennem Planken *g*, gaae trangt ind i. Det øverste af Melle-Træet *d* ligger i det høieste ikke uden en Tomme høiere, end det underste af Vand-Løbets naturlige Leie eller Grunden af Vand-Gangen, deels for at Vandet ikke derved voxer, deels og for at alt det Vand, som flyder ind i Samle-Kisten, igien kan af den flyde ud ned paa Vand-Hiulet. For ved Melle-Træet *d* slaaes ydermere ned en Rad Spund-Pæle, (som sees Taf. V. Fig. 2, udi *a*) for desto bedre at forekomme, at Vandet ei skal skylle Grunden op, og flyde ind neden under Melle-Træet *d*. Man gior vel i, at lade denne Rad Pæle løbe et Stykke ud over begge Enderne af Melle-Træet, i sær om Grunden paa Siderne ei er fast.

Man seer i Fig. 4 videre Fortsættelsen af Grund-Risset i Fig. 3, og af Grundens Beklædning i Samle-Kisten. Nemlig *s*, *v*, *x* og *y* ere stærke Planker, som legges efter Bredden over Pælene *f* i Fig. 3. Allerydersk uden for Samle-Kisten forsynes denne Grund-Legning endnu med en Rad Spund-Pæle og andre Pæle *h*, at Vandet ikke skal underæde Grunden. Derpaa stampes Leer overalt fast ned i Bunden, og jevnes oven til til samme Høide, som *y*, *x*, *v* og *s*. Endelig belegges den hele Grund, som man seer i *r*, med Kobber-Plader, eller Quader, eller og med Ege-Planker.

Vandet flyder saaledes ind over denne skraae Grund efter den Direktion *hs*. For at holde eller stemme det saavel paa Si-

derne, som foran, til den Høide over Mølle-Træet, som man behøver og Omstændighederne tillader, sættes, som man seer i Fig. 2, stærke Stolper K fast ned i Mølle-Træet, i hvilke ere giorte smaa Render L, op og ned efter hvilke løse Bredder, eller Stieboer, som *m*, kunde skydes og bevæges ved Stokke, som *p*, for siden at holdes, ved Hielp af en betynget Vegt-Stang, til den Høide, man behager, da man derved faaer en Aabning, igiennem hvilken Vandet flyder ned paa Mølle-Hiulet.

Man gior ligeledes en stærk Beklædning, som kan holde Vandet paa Siderne. Man seer Beklædningen af den ene Side Fig. 1 udi A. Den forstaaes let af Figuren. Imellem Stolperne og deres Beklædning paa begge Sider tettes med Leer.

2) Er Vandets Mængde derimod ikke betydelig, og Grunden fast, da, langt fra at giøre saa stor Bekostning, som i det nylig omtalte Tilfælde, legger man Mølle-Træet alene an paa nogle faa Pæle, beklæder Siderne med Planker, og forsyner Grunden af Samle-Kisten med Leer og et simpelt Steen-Dekke. Dog gior man altid vel i at legge et Fod-Stykke yderst imod Vandet, som forsynes uden til med nogle Pæle.

§. 172.

Hvorledes Vandet igien føres af fra Hiulet, og Mølle-Axlen anlegges.

Paa den anden Side af Mølle-Træet, hen under Hiulet, legges en skraae Vand-Rende; hvoraf den opstaaende Side eller Igiennemsnittet sees Fig. 1 udi *d*BFH; men Grund-Risset udi Fig. 4 i FGHK. Vand Rendens Nytte er, at alt Vandet, som flyder ud igiennem den ved Stieboerne giorte Aabning kan slaae an paa Hiulet, uden at tabe sig, og at det, naar Stedet er forbie,

villig

villig kan flyde af. Til den Ende maa, som man seer i Figur 1, Bunden af Renden *d*H begynde strax inde ved Mølle-Træet udi *d*, og derpaa falde skraae af. Renden rundes omkring ved Hiulet, for at give Vandet et desto bedre og vissere Fald. Haver man Affald og Vand nok, kan man anlegge flere Hiul efter hverandre i en og den samme Rende, skiønt man heller legger det første i en, og det andet i den anden, og saa videre vexelviis, saaledes som Grund-Risset Figur 4 viser, naar det sammenlignes med Oprisset eller Profilen i Fig. 1. Thi i Fig. 4 er FL Grund-Risset af den underste Rende, hvori det første Hiul omveltes, og MH kan være Grund Risset af den ydere, hvori det andet Hiul bevæges. Man seer videre i Fig. 1 en Deel Pæle, som *q*, paa hvilke i Grund-Risset Fig. 4 Grund-Stolperne anlegges, hvilke igien beklædes saaledes, som i N vises, hvorved man faaer Bunden af Renden. De opstaaende Stolper R i Fig. 1, naar de beklædes paa begge Sider, med Leer imellem, give Siderne af Renden. I øvrigt kan agtes, at man gier Renden paa begge Sider fra 6 til 12 Tommer bredere, end Vand-Hiulet, eftersom at dette er større eller mindre til, at det ei let skal fryse fast til Siderne af Renden.

Uden for den Rende FL (Fig. 4.), udi hvilken Vand-Hiulet bevæges, legges endnu en anden QP, som forestilles her at ligge imellem begge. Den er nødvendig, for at føre igiennem en dertil ved Stieboerne indrettet Aabning det overflødige Vand af, naar nemlig meer flyder til fra Aaen eller Vand-Dammen, end man behøver, for at bevæge Hiulet. Den er og om Vinteren høist tienlig til at lade i Tøebrud Isen flyde ud igiennem, hvilken man mestendeels lader først knuse sig paa skraae Pæle, som sættes foran for

Vand-Kisten A, ud ad Aaen til, og ligeledes udi Affalds-Renden i P. Dette er det Betydeligste, som ved dette Slags Vand-Dæmningers og Vand-Falds Anlegning er at agte. Resten, som enten efter Omstændighederne er foranderligt, eller som henhører til de meget enkelte og særlige Indretnings-Stykker, ville vi her saa meget mindre indlade os i, som det didhen hørende ikke kan holde dem op, der ret have forstaaet det foregaaende.

Dog kan agtes endnu (Fig. 5.), i Henseende til Vand-Hiulets C og dets Axels Anlag, at ligesom det med sin ene Ende ligger an inde i Mølle-Bygningen udi O, saa stikker det derimod med den anden ud over Vand-Hiulets egen Rende FGLQ, og ligger an udi A paa en dertil fast oprettet Forhøining, opført over Affalds-Renden, hvoraf Grund-Risset sees udi Taf. V. Fig. 5.

§. 173.

Hvad Hoved-Poster der maa sees paa ved Vand-Hiulenes Anlegning.

Deraf sees, at saa tidt som man vil anlegge et Vand-Hiul, maa man nødvendig see paa, om Vandet haver Fald nok. 1) For at flyde til Hiulet, hvortil man paa 20 Ruthers Længde til 12 Fod sædvanlig udkræver i det mindste 1 Tommes, og i det høieste 4 Tommes Høide. 2) At Vandet kan voxe til den Høide paa Stieboerne, som udfordres til at meddele det, naar det igien flyder ud paa Vand-Hiulet, den Hastighed, som behoves (*). Hvorved dog

(*) Baier udfordrer anførte Sted første Kap. §. 23, at ved Staber-Hiul skal Vandet holde paa Stieboerne 4 til 5 Quarteer i Høiden. Ved Panster-Hiul fra 5 Quarteer til 8. Ved Strauber-Hiul derimod ikke uden 3 Quarteer

dog maa agtes, at, om man haver overflødig Vand, men tør ikke stemme det høit, kan man giøre Aabningen i Stieboerne bredere, saavel som Fiellene i Mølle-Hiulet, og derved igien erstatte ved det udflydende Vands Mængde, hvad det mangler i Hastighed; thi Pressionerne ere lige store, naar Aabningerne ere Middel-Hastighederne, hvormed at Vandet flyder ud, forkeert-viis proportionerte. 3) Udfordres, som man let seer, i det mindste samme Høide i Affald for Vandet at falde af, som den før sagte, hvilken det behøvede, for at flyde til.

§. 174.

Af hvad Aarsag Straub-Hiul kunde bevæges med mindre Vand end Staber-Hiulene.

Vi have i det foregaaende §. 169 erindret den Forskiel, som man pleier at sætte imellem Staber- og Straub-Hiul. Sædvanlig gier man, i Hensende til Brugen af begge, denne Forskiel. At, hvor man kan have stor Høide af Affald, men ikke uden lidet Vand, bruger man Straub-Hiul, som de letteste og bequemmeste. Thi da Fiellene i dette Tilfælde ei kunde have stor Bredde, behøves det ikke, at indslutte dem imellem Ringe, saaledes, som naar de ere brede, og derfor lettere kunde brekkes. Følgelig betiener man sig af Staber-Hiul, hvor Høiden af Vandet, i Proportion af Aabningen, som det flyder ud af, ikke er uden liden.

At

teer eller en halv Alen. De dertil svarende Bredder i Aabningerne, Vandet flyder ud af, ere, efter Baier, 1) i Staber-Tøi $2\frac{1}{2}$ Alen. 2) I Panser-Hiul 5 Alen til $\frac{5}{4}$ Alens Dybde. I Straber-Tøi, i det mindste til 3 Quarteer Aabning efter Høiden, $1\frac{1}{2}$ Alens Aabning efter Bredden

At en Mængde Vand kan i Straub Verker giøre den samme Virkning, som en større i Staber-Verker, kommer deraf, at man erstatter ved det faldende Vands større Hastighed, hvormed det støder an paa de første, den Kraft, som det haver med mindre Hastighed, men større Mængde i de sidste. Denne Hastighed vinder Vandet ved Faldet i Renden. Thi er (Taf. IV. Fig. 1.) C Hiulet, *ab* Aabningen i Stieboerne, af hvilken Vandet flyder ud, *bd* Lebet af Vand-Renden; da giøres Høiden *b*E, igiennem hvilken Vandet maa falde i Renden, før det kan støde Hiul-Fiellene, ulige større i Strauber- end i Staber-Render, gemeenlig i den Forhold af 4 : 5, eller endnu almindeligere, efter hvad der skeer i Brugen i forkeert Forhold af Aabningerne i Stiboerne udi begge Slags Render (*). Af det, som vi have forhen sagt, at nemlig Pressionen af Vandet i *d* er Vegten af en Cylinder Vand, hvis Grund-Flade er *ab*, eller rettere Planets Størrelse i *d*, som Vandet slaaer an paa, og hvis Høide er den midtlere proportionelle imellem Vandets Middel-Høide udi *ab*, og den hele Høide *ae*, kan man altid bestemme i et hvert givet enkelt Tilfælde, hvad Fald en given Andeel Vand bør have i en Strauber-Rende, for at det kan giøre samme Virkning, som en given større Mængde Vand, men med meget mindre Fald i en Staber-Rende. I Brugen regner man gemeenlig, at naar flere Hiul skulle legges i en Rende, maa fra Hiul til Hiul Høiden, Vandet haver at igiennemløbe i Renden, være lige stor. Til Staber-Hiul udfordrer man gemeenlig for hvert Hiul Fald i Renden igiennem en Høide af 10 Tommer. Thi Erfaring

(*) Vaier anførte Sted Kap. 6. §. 7.

Erfaring synes at vise, at det er denne Deel af den hele Hastighed, som ved dette Fald vindes, hvilken Vandet taber ved Anstødet paa Hiulet.

§. 175.

Hvorledes Vandet i Molle-Grave føres til Vand-Hiulene.

Ved at lade Vandet vore paa Stieboerne saa høit, enten som mueligt, eller som Omstændighederne det tillade, kan man altid ved Stiboerne alene bringe det til dets største Høide, saa tidt nemlig, som Vandet flyder ind fra en liden Aae eller Molle-Dam ind i Vand-Kisten. I lidt anseelige Aaer og Strømme derimod, naar man for de dermed følgende Uleiligheders Skyld ikke vil legge Molle-Hiulet i Strømmen selv, graver man gemeenlig en egen Molle-Grav, i hvilken Vandet flyder i den ene Ende ind, fra Strømmen af, og derimod paa et andet Sted og fra den anden Ende af Graven ind i Strømmen igien; naar nemlig et saadant Affald, som er ingenlunde betydeligt, imellem Krumningerne af Aaen eller Strømmen kan findes, eller og om Vandet kan føres af til en anden Strøm ved et givet Affald. Saaledes, om (Taf. VI. Fig. 3.) ABC forestiller Krumningen af en Strøm eller Aae, i hvilken Vandet flyder fra A igiennem B til C, og fra A til C, og fra D til E er et nogenlunde betydeligt Affald. Da graver man en Molle-Grav DE, saa meget, som mueligt, i lige Linie, og anlegger Molle-Hiulet, med sit foromtalte Tilbehør i H, om man der kan skaffe Vandet det Fald, som behoves.

§. 176.

Og saa tidt, som det behøves, tvinges til at sti-

Man naaer meget sielden denne sidste Hensigt ved simple Grave. For derfor at tvinge Vandet til større Fald, og følgelig

ge ved Dæmninger, lagte i Floderne.

til at voxe i Høiden, legger man i C en Dæmning, som enten holder alt Vandet oppe, saa det ikke kan flyde over, eller alene en Deel af det, i hvilken sidste Tilfælde Floden voxer tildeels, og tildeels strømmer over Aabningen i C. Saa tidt en saadan Dæmning gieres, maa man meget vogte sig for, at Vandets Bag-Flod ikke gior Skade, enten paa andre Møller, som kunde ligge ved samme Flod eller Aae, eller paa Ager og Eng. Naar deslige Dæmninger skulde holde alt Vandet i Floden oppe, kunne de anlegges paa den i §. 169 forklarte Maade, alene at Grund-Træet *d* (Taf. V. Fig. 1.) legges efter Fornødenhed høiere, tvertover Strømmen, og at paa begge Sider af *d* en ligedan Skakning, som *dn*, anlegges, for at Vandet ei skal underskylle Dæmningen. Ved deslige Dæmninger kan man giøre, at til de Aarets-Tider, da Aaer og Strømme føre lidet Vand, ved at lade alle Stieboerne falde, alt Vandet af Aaen maa flyde ind til Møllen. Ved overflødig Vand derimod ikke uden en Deel, fordi man kan, ved at trekke Stieboerne, lade saa meget Vand flyde ud, som man behager.

Man kan og anlegge deslige Dæmninger, saa de ligge i store Strømme bestandig under Vandet. I dette Tilfælde bruges ingen Stieboer. Grund-Træet *d* legges tillige med Skakningerne *dn* paa begge dets Sider, i alt som før, men saa høit over Grunden, som man vil at Vandet skal stemmes i Strømmen. Rummet under *d* imellem Pælene forsynes overmaade vel med sammenstampet Leer, saavel som hele Grunden under *on*.

Man gior begge disse Slags Dæmninger og af Steen. Vi ville desangaaende her alene kortelig erindre, at de kunne opføres med Pæle og Leer i Grunden, fast paa forrige Maade. Er Grunden

den løs, forsyner man den desuden med en vel forpælet Rist, hvorpaa Stenen siden legges, som maa falde af efter en ligesaadan dobbelt Skakuing, som den før beskrevne, og sammenbindes, som i alt Vand-Arbeid, med Kalk og Cæment. Det forstaaer sig selv, at før man kan begynde med noget saadant Grund-Arbeid, maa Grunden først dæmmes ind og Vandet øses ud. I øvrigt forefalde i deslige Grund-Arbeider adskillige Vanskeligheder, i sær naar levende Kiler velle op af Grunden, eller man træffer paa Driv-Sand, i hvilken meget ofte ingen fast Grund er at finde. Man maa søge, om mueligt, at føre Dæmningen uden om og forbie begge.

§. 177.

Paa hvad Maade de store Panster-Hiul kunde løftes og synkes ved anvoxende og faldende Vande i Strømme.

De store eller saa kaldte Panster-Hiul ere i intet adskillige fra Staber-Hiulene; dette ene undtagen, at da de legges an ved store vandrige Floder og Strømme, som undertiden falde til lavt Vand, til andre Tider derimod igien voxe saa høit, saa Vandet kunde træde meget høit op paa Vand-Hiulet, og, som man siger, drukne det, eller ganske hindre dets Bevægelse; saa legges de ei altid an paa faste Underlag, saaledes, som de forrige, men paa Underlag, som kunde efter Fornødenhed vindes op og ned. Hvilken Indretning ligeledes behøves, naar man haver flere Hiul i en og den samme Rende, men vil, at et eller nogle af dem skal hvile, imidlertid at de andre gaae. Dette kan iverksættes paa adskillige Maader, og man kan desangaaende giere sig den fornødne Idée, ved at kaste Øinene hen paa Taf. V. Fig. 1, og Taf. VI. Fig. 4 og 5. C er overalt Panster-Hiulet, som i Figur 1 sees for til, saavelsom dets Axel, hvilken hviler paa Bund-Stykket af en bevægelig Ram-

me, som oven henger fast i en Jern-Kiede, ved hvis Hielp den kan trekkes op og ned i Giængerne, eller de dertil udskaarne Kanaler i de opstaaende Bielker. Dette sees udførligere i Fig. 4, hvor *a* er den yderste og spitse Ende af Panster-Hiulets Axel, som ligger an paa Grund-Brettet *b* af den bevægelige Ramme *defg*, som kan skydes op og ned i de dertil giorte Giænger udi Opstander-Træerne eller Stolperne N. *p* er Jern-Kieden, som slynger sig om Axlen af Løfte-Machinen, ved hvis Hielp Hiulet løftes. I Fig. 5 sees Igiennemsnittet eller Profilen af Machinen efter Længden af Panster-Hiulets Axel, som forestilles ved Cylindren D. Panster-Hiulet selv sees fra Siden, ved C. Man seer, hvorledes begge Enderne *a* af Axlen D ligge an, og kunde vindes op ved Hielp af Jern-Kiæderne *p*, som i o og o ere slagne om Axlen af Løfte-Machinen, hvilken let forstaaes, ved at sammenligne Figur 4 med Figur 5, i hvilke F og G betyde de samme Hiul og Dele af Machinen. F nemlig er et Kam Hiul, som veltes om ved Hielp af en Drift, hvilken igien sættes i Bevægelse ved en Kraft, anlagt paa Vegt-Stængerne *n* af Vinden G.

Tret-

Trettende Forelæsning.

Fortsættelse om Vand-Hiulene og videre om Korn-Møllernes Indretning.

§. 178.

Overfalds-Hiuls Beskaffenhed forklares, saavelsom, hvor de med Nytte kunde bruges.

Vi have i det foregaaende handlet om Underfalds Vand-Hiul. I adskillige Tilfælde derimod er det tienligt, i sær i Bierge-fulde Lande, at giere Overfalds Vand-Hiul ved Machinerne, saa at nemlig Vandet falder oven fra ned paa Hiulet. Man seer et saadant Hiul Taf. IV. Fig. 2. Det er belagt overalt med Kasser eller Spande, som A, B, C, D, hvilke kunde tage imod og holde Vandet. Kassen legges ind imellem to Cirkel-Peripherier (*). Hiulet selv bevæges om sin Axel og om sit Center udi E, som Vand-Hiulene i Almindelighed.

Hvor

(*) Disse Vand-Hiul kunne Spandene legges ind i paa adskillige Maader, hvoraf denne er den brugeligste. Man forestiller sig først de to yderste Ringe eller Ram-Stykker af Hiulet, hvoraf i Taf. IV. Fig. 8 sees den ene. Den inderste Ring i Cirklen er A, den ydere B. Man trekker en Halv-Diameter EC. Ringens Bredde DC deles i tre lige store Dele udi F, hvoraf DF er en. Med EF trekkes en Cirkel, hvilken deles, fra det i F efter Behag antagne Punkt, i saa mange lige store Dele, som man vil have Sider til Spande udi Hiulet. Ere to af disse Punkter o og p,

Hvor man haver et høit Affald af Vand, og stort Frafald, legger man gierne disse Hiul, i sær om man ikke haver uden en maadelig Mængde Vand. Er Vandets Mængde nogenlunde anseelig, og Affaldet ringe, da legger man heller Strauber-Hiul; af Aarsag: at man ei alene, naar Vandet slaaer an paa Hiulet neden til med stærk Affald i Renden, som i alt Strauber-Tøi, da er Mester over Størrelsen af Vand-Hiulet, for at kunde giøre det saa høit man vil; men man haver desuden den Fordeel, at kunde legge Mølle-Bygningen selv an paa høi Grund, saa at Fod-Stykkerne ei ragdne, og Mølle-Verket ei forderves ved Fugtighed; hvilke Ulæiligheder man altid haver at befrygte, saa tidt som Mølle-Bygningen ligger nedrigere end Vandet.

§. 179.

Hvorledes Vandet føres hen til disse Vand-Hiul.

Man fører Vandet til disse Hiul langs hen efter den Høide og de Bakker, hvorover det flyder, igiennem en steensat og med Leer saavel i Bunden, som paa Siderne, forsynet Grøft, om Grunden ikke selv holder Vand. Man kan, for at faae et saadant Vand-Løb,

saa et andet F ligger imellem, da trekkes imellem dem en Linie op, hvilken, trokken ud til q, giver ved qp den Linie, hvorefter den ene Side af Spanden skal trekkes, og naar over p reises Perpendiklen ps, bliver samme den, hvorefter den anden skal trekkes. Paa samme Maade kan man fare fort over hele Cirklen oFp. Man maa agte, at disse Linier trekkes ensdan paa begge Ram-Stykkerne af Hiulet, og Siderne til Spandene legges efter dem ind. Forsynes derpaa Bunden neden til imellem Ram-Stykkerne, saa den holder tet og af Vandet ei kan brekkes, da er Hiulet overalt ferdigt.

Løb, samle Kilder, om det ei forefindes; man kan og skiære en Melle-Grav ud fra en Flod, om samme i Nærværelsen ved et Sted af brugelig Affald flyder forbie. Falder Grunden hist og her, fører man Vandet i Render over de lave Steder, saa det idelig flyder efter et jevnt Affald. Saaledes dæmmes det overalt, indtil at man haver ført det henimod det Sted, hvor Melle-Hiulet skal legges, da man, som før, anlegger et Vand-Sted og Vand-Kiste, som mestendeels ikke behøve at være bekostelige. I Vand-Kisten *a*F stemmer man Vandet paa Stieboerne til en Høide, som Omstændighederne tillade; *ac* for Ex., Vandet flyder ud igiennem Aabningen *bc*, og flyder siden igiennem en Rende A*c*, for at falde i den anden Vand-Kasse B (fra den vertikale Axel at regne). Hiulet sættes saa dybt under Renden, som man mener, behøves, for at Vandet, ved at falde igiennem Høiden *r*o, kan vinde de, til at drive Hiulet, nødige Kræfter, hvilke, for saavidt, som Vandet ved sit Stød her virker, ere proportionerte Quadraten af den relative Hastighed.

§. 180.

Overfalds-Hiulene bevæges deels ved Vandets Stød, deels ved dets Trykning; af begge Dele bør de dem drivende Kræfter beregnes.

Desuagtet er det ikke alene ved Vandets Stød, at disse Vand-Hiul drives, men endog ved dets Tyngde i Spandene. For derfor at kunde beregne den hele Kraft, som her virker paa Hiulet, maa man først vide, hvad Hastigheden er, hvormed Vandet støder an paa Planet udi B. Og naar dette Plan skal være paa det fordeelagtigste stillet til at tage imod Stødet, bør Straalen paa det falde perpendikulær, hvilket vi her ville antage. Er (Taf. IV. Fig. 10.) BQ den Deel af Planet, som Straalen slaaer an paa, og C Pressionens Center, da kan den hele Kraft af Straalen anses

sees som at være samlet udi C. Følgelig, om CE er den Halv-Diameter af Hiulet, som gaaer igiennem dette Punkt, da er Vinklen QCE bekiendt, og den hele Kraft af Vandet forholder sig til den, som virker perpendikulær paa Halv-Diametern CE, og som følgelig er ene nyttig til at velte Hiulet om, som den hele Sinus til Sinus af Vinklen ECM, hvilken Direktionen af Vand-Straalen CM gior med Halv Diametern. Anslaaer man derfor hele Vand Straalens Kræfter i Vegten af en Cylinder, hvis Grund-Flade er Planet BQ, og hvis Høide er den Høide, som svarer til det anstødende Vands relative Hastighed, da kan af den nylig fundne Forhold Pressionen af det anstødende Vand findes i Punds Vegt. Denne Vegt ville vi kalde V.

Denne Pression er ikke den eneste Kraft, som driver dette Slags Hiul, Tyngden af Vandet i Spandene hielper i sær til at velte Hiulet. Følgelig, naar den hele Mængde Vand er bekiendt, som ses ind i hver Spand, og samme anslaaes i Punds Vegt, da om til Vandets Tyngdes Center o (Fig. 2.) Halv-Diametern EL trekkes, forholder sig (§. 120 Stat.) den hele Tyngde af Vandet i Spanden til den Deel af den, der velter Hiulet om, som den hele Sinus til Sinus af Vinklen *n*oE, naar nemlig *n*o er Vertikalen.

Beregnes alle Tyngderne i Spandene, som paa engang kunne rumme Vand, paa denne Maade, og deres hele Sum kaldes S; da er S + V den hele Pression, som bevæger Hiulet.

§. 181.

Hvilke ydermere kunne sammenlignes med de

Man kan derfor let sammenligne disse Hiul med Underfalds-Hiulene, i Henseende til de virkende Kræfters Bevægelse; thi da disse

disse sidste bevæges alene ved Vandets Stød, saa kan Høiden, som svarer til den relative Hastighed, multiplicert med den Basis, Vandet slaaer an paa, bestemmes, og det dertil svarende Prisma Vand anslaaes i Vands Vegt, og saaledes de Kræfter sammenlignes, som en og den samme Mængde Vand i samme Tid kunde yttre paa disse to Slags adskillige Hiul (*). Kræfter, som bevæge Underfalds Hiulene.

§. 182.

(*) Dersom man antager, at i dette sidste Slags Hiul Vandet flyder ind i Spandene med en Hastighed, saa stor som den, de selv velte sig om med, da drives Hiulet alene af Vandets Tyngde. Betragtes ydermere samtlig Spandene, som at udgiøre (Taf. IV. Fig. 4.) en cylindrisk Ring, som *pqr*, omkring Hiulet, hvis cirkulære Grund-Flade er *c*, da bliver, om et Element af Peripherien $= ds$, den elementære Vand-Cylinder $= cds$. Antages den at ligge i o, da er $cds.nE$ dens Moment, og om $ba = x$, $dE = r$, bliver $ao = \sqrt{2rx - xx}$, og $ds = \frac{rdx}{\sqrt{2rx - xx}}$, eller $cds.nE = crdx$, saa at derfor Summen af alle Pressionerne, eller den hele relative Pression af Vandet fra *a* til *d*, (i hvilket sidste Punkt vi antage, at det igien flyder ud) beløber $c.r.ad$. Er Vandets hele Høide over *a* eller det Punkt o, som det først flyder ind i udi Cylindren, $= A$, da bliver $2\sqrt{gA}$ (ved *g* forstaaet 15′) den Hastighed, hvormed det flyder ind, og Hastigheden af Vinkel-Bevægelsen i et Sekund bliver $\frac{2\sqrt{gA}}{r}$. Momentet af Bevægelsen derfor inde i Cylindren bliver $c.r.ad.2\sqrt{\frac{gA}{r}} = c.ad.2\sqrt{gA}$; men $c.2\sqrt{gA}$ er den Mængde Vand, som flyder til i et Sekund. Folgelig, om samme kaldes Q, bliver $Q.ad$ det hele Moment, eller den hele Virkning, som Vandet er i Stand til paa disse Machiner at foraarsage.

§. 182.

Fiellene, som Vandet slaaer an paa i Underfalds-Hiulene, maa ikke ligge hverandre for nær.

Jeg sagde, at Underfalds-Hiulene bevægedes alene ved Vandets Stød. Dette er Aarsagen, hvorfor man vel maa tage sig vare for ikke at sætte Fiellene for tet sammen. Sættes de saa nær hverandre, som i Taf. VI. Fig. 2, da slaaer Vandet tilbage og stemmes imellem Fiellene, saa at Hiulets Bevægelse derved hindres (*).

§. 183.

Kaldes den hele Høide af Vandet *ca* over o som før A; den hele Høide *cd*, igiennem hvilken Vandet falder, H, da er $ad = H - A$, og det hele Moment bliver Q. (H — A). Da meget ofte A i disse Machiner kan antages meget liden imod H som meget stor, saa bliver Momentet her fast hele QH, eller en meget anseelig Deel af samme, da den derimod, efter §. 95, i Underfalds-Møllerne ikke kan blive uden $\frac{4}{27}$QH.

Da derfor saa anseelig vindes udi disse Machiner derved, at Vandet flyder ind i dem, uden at drives ved Stødet, saa sees, at man virkelig ingen synderlig Fordeel kan vente sig i dem, deraf, at Spandene velte sig om med en mindre Hastighed, end det indflydende Vands, saa at de tillige drives ved Vandets Anstød. Man seer tillige, at de i sær ere fordeelagtige, hvor den Høide, som Vandet falder fra ind i Spandene, er liden, og Vandets hele Affalds-Høide, følgelig og Hiulets Diameter, kan være anseelig stor.

(*) Det Princip, hvorpaa man grunder sig i at bestemme Fiellenes Antal i Hiulene, er dette, at de to neste, saa lidet, som mueligt, skulde hindre hinanden. Er da (Taf. IV. Fig. 11.) C Hiulet, Ca dets Halv-Diameter, $ab = ed = lk$ Fiellets Overskrit efter Længden, saa sees strax, naar *ab* staaer i vertikal Stilning, kan det af Vandet, som flyder til efter *fa*, i dette Øieblik alene saas den stærkeste Pression, om intet hindrer. Er derimod Vinklen *dcb* imellem to Fiel saa liden, at i dette Øieblik den Deel *gd* af Fiellet skygger for, da siden derved den Deel af Pressionen *ab* tabes

§. 183.

I Overfalds-Hiulene bestemmer man let den største Høide, som Hiulet kan have. Naar fra den hele Høide, som Stedet og Omstændighederne tillade, regnes af først den Høide, som Vandet bør have, for at flyde i Renden. 2) Den, som behoves for at lade det styrte ned paa Hiulet, om nødig giøres. 3) For at Vandet neden til kan flyde af. Men Affaldet kan være saa stor, at man ikke betiener sig af dets hele brugelige Høide. Thi man giør ikke gierne Hiulene over 6 til 8 Alens Diameter (*). Hvorledes Diametern af Overfalds-Hiulene kan bestemmes.

§. 184.

---

ab tabes i *ab*, og samme virker skiev paa *gd*, saa at den følgelig er derfor mindre, saa tabes af Stødets Kraft i det Øieblik, da det burde være størst, alene derfor, at Fiellene staae for tet. Naar derfor *ab* staae vertikal, bør *de* staae som *lk*, og da først røre Vandet. Følgelig bestemmes Vinklen *kca* let. Thi, naar Hiulets Halv-Diameter *Cl* er given, og Fiellets Overskit *lk* efter Længden, da ere i Trianglet *kCa* Siderne *ck*, *ca* og en ret Vinkel ved *a* givne, følgelig er Vinklen *kca* og given.

Derved vindes vel den Fordeel, at Vandet kan yttre sit største Stød uhindret, men den idelige Ulighed i Bevægelsen, som Fiellenes skieve Stilning imod Vandet fører med sig, hæves derfor ikke. Den ufordeelagtigste Stilning er den, da (Taf. IV. Fig. 12.) begge Fiellene *ab* og *lk* staae ligedan under Vandet. Fordi da ikke uden den forreste kan stødes af Vandet, og den ikke engang heel, men alene en Deel af den *nk*.

(*) For at proportionere Vandet imod Hiulenes adskillige Høider, bør Aabningerne, af hvilke Vandet flyder ud, paa alle Vand-Hiul, som skulle, alt for Resten lige, giøre samme Virkning, at have samme Moment. Derfor iagttages sædvanlig i Brugen, at Aabningerne paa Stieboerne faae Quadrat-Indhold, som ere Hiulenes Diametrer forkeert-viis proportionerte, naar

§. 184.

Andre Slags Vand Hiul, som kunde med Nytte bruges, naar man ikke haver uden lider Vand.

Hvor man haver meget Vand, men som ikke kan stemmes høit, bruger man ikke meget brede Overfalds-Hiul; Man seer af dem et Udkast i Taf. IV. Fig. 6. Deres liden Diameter og den ringe Hastighed i Vandet giøre, at de ikke bør bruges uden af Nød.

Hvor

---

nemlig tillige Vandets Høide paa Stieboerne under Aabningernes forandrede Bredde bliver immerfort den samme; thi da forandredes Middel-Hastighederne ikke. Men da man nødvendig maa have en Erfaring, at indrette Regningen efter, naar man af dette Princip alene, som det letteste, vil indrette Vand-Hiulene, saa kan man antage med Baier anførte Sted 8de Kap. §. 5, at et Overfalds Vand-Hiul giør, i Følge Erfaring, meget god Virkning, naar det er 4 Alen høit, og Aabningen, som Vandet flyder ud af, holder i Bredden 33 Tommer, efter Tolv-Tomme-Maal, og Vandet staaer stemmet til 6 Tommers Høide. Skal derfor et Hiul have 6 Alens Høide, maa Aabningen have 132 Quadrat-Tomme, hvilket, dividert med 6, eller Vandets telles Høide, i begge giver for Bredden af Aabningen til et Hiul af 6 Alens Høide 22 Tommer. I Henseende til Vandets Stød bliver herved unegtelig, alt for Resten lige, Momentet det samme.

Men vil man tillige have Høiden af Aabningen forandret, fordi Vandet stemmes i et andet Tilfælde til større Høide. Da kan man dog giøre Udregningen til samme Høide endnu, som før, da vi antoge, at man fandt en Aabning, hvis Bredde i Almindelighed var B, Høiden H, den Høide, som svarer til Middel-Hastigheden A. Er da x Bredden af den nye Aabning, b den Høide, Vandet over den stemmes til, hvilken man og gemeenlig anseer som Aabningens egen Høide, da er af den den Høide, som svarer til Middel-Hastigheden, bekiendt. Kaldes denne c, da bliver $B.H.\sqrt{A} = x.b.\sqrt{c}$, og $x = \frac{B.H.\sqrt{A}}{b.\sqrt{c}}$.

Saafremt at Vandet stemmes til en anden Høide, end Aabningens, da betyder i denne Ligned b Aabningens Høide.

Hvor man ikke haver uden lidet Vand, gior man Hiulet som i Taf. IV. Fig. 3, at Vandets Stød kan virke med det største Moment, ved at falde perpendikulær paa Halv-Diametern af Hiulet. Dette er og disse Hiuls eneste Fordeel. Thi da de spilde og tabe Vandet ud af Spandene hele Quart-Cirklen ned efter, saa giøre de langt fra ikke ved Trykningen af Vandets simple Tyngde den Virkning, som de forømtalte Overfalds-Hiul. Dog kan man forekomme den Uleilighed af Vandets Tab, ved at slaae en firkantet Rende omkring de tre Sider af Hiulet, som i Figur 4, i hvilken Kanal eller Rende Fiellene temmelig nøie, men dog uden Rivning, passe; thi man gior i dette Tilfælde ikke Spande paa Hiulet, som før, men alene Fielle. Paa det at Vandet paa den fierde Side af Renden ikke skal, i det mindste ikke i nogen betydelig Mængde, flyde ud, gior man Ringen af Hiulet bredere, end Fiellene. Naar den slutter nogenlunde nøie, skiønt ikke trangt, med de to Tver-Sider af Renden, der ligger omkring Hiulet, indsluttes Vandet temmelig vel, saa Hiulet drives ei alene ved Vandets Stød, anbragt paa det paa den fordeelagtigste Maade, men endog ved Vandets Tyngde. Man seer i Figur 5 Oversnittet i *a* af en af Fiellene, som gaae om inden i Renden. I *b* sees Bredden af Ringen i Vand-Hiulet, som paa den fierde Side slutter Renden og holder Vandet.

§. 185.

Beskrivning af Vand-Hiul, som kunde bevæge sig til to Sider paa adskillige Tider.

De forømtalte Hiul kunne ikke gaae om uden til en Side; Hvor man derimod vil, ved Hielp af Vand-Hiulene, giøre Løfte-Machiner, som kunde efter Fornødenhed snart vinde Tyngder op,

snart ned efter, som i Bierg-Verkerne for Ex. betiener man sig af et Slags Vende-Hiul (Taf. IV. Fig. 7.) med to Radder Spande, en i A den anden i B satte forkeert imod hverandre. Man seer let, hvorledes denne dobbelte Virkning kan tilveiebringes, ved at dele Vand-Renden i to Dele, over Midten for Ex., og giøre den ene Ende kortere, end den anden, saa hver af Enderne øser Vand ind paa Hiulene, den ene i Spandene A, den anden i Spandene B. Ved at trekke eller lade Stieboerne falde, kan man snart lade Vandet falde efter Fornødenhed ud igiennem den ene, snart igiennem den anden Aabning, saa der ingen Vanskelighed meer er i at forstaae, hvorledes Hiulet snart kan velte til en, snart igien til den anden Side, eftersom man det nødigt befinder.

§. 184.

Man haver endnu et Slags Overfalds-Vand-Hiul, som bruges sædvanlig ved den allersimpleste Art af Møller, hvilke man i Brugen veed at anvende, og som drives ligesom Underfalds-Hiulene, ved Vandets Stød. Det forevises Taf. IV. Fig. 13, hvor A er Hiulet, hvis Fielle ere udhulede, som Skeer, eller Skoule med flak Kant, saa Vandet kan styrte ind imod den høie Kant, og siden flyde af (*). Hiulet er fast ved en cylindrisk Jern-Stang, som gaaer op til Melle-Stenen, og driver den om. Vandet styrter ned paa Hiulet af en Rende D, som man kan lukke med et lidet Stieboer, og igien aabne efter Behag. Naar Stieboeret er lukt, kan man lade Vandet igiennem en anden Rende flyde anden-

steds

(*) See videre Leupolds *Theatrum generale.* §. 540 — 546.

steds hen, om nødig giøres. I biergige Lande, hvor man ikke haver uden lidet Vand fra smaa Kilder, kunde disse Machiner med saa megen desto større Fordeel bruges, som de ere lidet bekostelige. Skrue-Verket i E tiener til at løfte Hiulet med dets Underlag og øverste Melle-Steen, for snart at lade Stenene falde til finere Malning nærmere sammen, snart igien for at skille dem fra hverandre. Man maa meget see paa, at Vandets Direktion i Renden D bliver saa horizontal, som muelig. Man maa derfor, naar Vand-Faldet er høit, føre Vandet ind paa Hiulet ved en under ret Vinkel bøiet Rende, hvorved det skiøve Stød til største Deel kan forekommes. Overskiittet af Skoulene, og hvorledes de understøttes paa Axlen af Hiulet, sees i Fig. 14 (*).

§. 187.

Maade at anlegge Vand-Hiul, som kunde bevarges under Vandet

Vi have i det foregaaende kortelig handlet om Panster-Hiulene, og viist, hvorledes de kunne løftes, naar Vandet i Floden, af hvis Strøm de drives, voxede saa høit, at Hiulet maatte drukne. Voxer en Strøm overmaade høit, kan det endda skee, at naar Hiulene ere løftede til det høieste, Vandet desuagtet kunde træde saa høit op i dem, at de ei kunne gaae. For at forekomme alle

(*) Disse Vand-Møller have endnu en anden Fordeel, den nemlig, at Fiellene i Brugen kunde giøres anseelig bredere i dem, end i de vertikale Vand-Hiul. Saa at derfor Vandets Virkning i dem kunde være den dobbelte Cylinder, og deres egen derfor dobbelt imod de andre vertikale Hiuls. Denne Fordeel forenet med den anden, at Friktionen er i dem overmaade liden, giøre begge, at man med Føie anseer disse Machiner som ulige fuldkommere, end alle andre, der drives ved Vandets Stød.

alle disse Uleiligheder, haver man bekymret sig om, at opfinde et Slags Hiul, som kunde bevæges under Vandet af dets Strøm. Deres Indretning er kortelig denne. I Steden for at paa andre Underfalds-Møller Fiellene sidde faste og ubevægelige, sidde de her løs, saa de kunde villig falde frem og tilbage i de Leed eller Charniere, hvormed de henge ved Halv-Diametrerne af Hiulet. Dette sees (Taf. VII. Fig. 7.) i B og F paa Halv-Diametrerne KB, KF o. s. v. Er GT den heieste Linie, Vandet kan voxe, LM den laveste, som det kan falde til, og Strømmens Direktion er LM; Da om Hiulet staaer ganske under Vandet, staae Fiellene i A perpendikulær paa Halv-Diametern, og vende den smalle Kant imod Strømmen. I B drives de allerede temmelig stærk ind imod Halv-Diametern. I C og D vender deres brede Side ganske imod Strømmen, som derfor da virker paa dem med fulde Kræfter. I E falde de igien ud fra Axlen, i F endnu stærkere, saa Strømmens Virkning paa dem der er meget mindre, end i C og D. Følgelig maa Hiulet, hvis Fielle drives i adskillige Stilninger, med saa adskillige Kræfter af Vandet nødvendig bevæge sig bestandig rundt om. Hvilket endnu meer maa skee, om Vandet enten ganske eller tildeels taber sig imellem G og L; alene at Vandet ikke falder under det øverste af Fiellene i D, i hvilket Tilfælde Vand-Hiulet kan ansees som et andet sædvanligt Underfalds-Hiul.

Man haver endnu andre Maader, at sætte Vand-Hiulene i Bevægelse paa (*), men da de her hos os ere mindre nyttige, ville vi ved dem ei opholde os.

§. 188.

(*) See Belidor Hydraulik Tome 1. Liv. 2. Chap. 1. om Møller, som kunde gaae lige got ved Ebbe og Flod, og nogle saa andre.

§. 188.

Korn-Mollernes Beskrivning.

Ved deslige Vand-Hiul drives en Mængde Machiner, som bestemmes til at udføre snart en Virkning, snart en anden. Anvendelsen i Brugen skeer og kan skee paa utallige Maader, som det blev alt for vidtløftigt at igiennemløbe alle. Vi ville derfor alene i det nærværende bekymre os om, i Anledning af nogle faa Exempler, at vise Maaden, hvorledes i Almindelighed efter et hvert givet enkelt Tilfældes Beskaffenhed deslige Machiner kunde beregnes. Til den Ende ville vi først betragte Korn-Mollerne, om hvilke vi allerede have giort en og anden foreløbende Anmerkning §. 263 og følg. statiske Forelæsninger. Vi ville først igiennemløbe alle Delene af disse Machiner efter Tegningerne Taf. V. Fig. 5 og 6, af hvilke den første forestiller Grund-Risset, den sidste Oprisset eller Profilen af et saadant Molle-Verk. Saaledes, at samme Bogstaver i begge betyde de samme Dele. Man seer i begge Molle-Axlen ADo, som med sine Tapper ligger an udi o og A. Den bær i C Vand-Hiulet, men i B et Kam-Hiul, hvilket, naar veltes om, driver igien med sine Kamme i *a* en Drift. Den igiennem Driften paa begge Sider løbende Jern-Stang *b* fatter, som i alle Korn-Møller, paa den Maade, som vises i Taf. IV. Fig. 9, med et Jern eller saa kaldet Gaffel, den øverste Molle-Steen i Steen-Kassen H. I Fig. 5 forestiller Cirklen *d* Molle-Stenenes Grund-Ris. Man seer dette tydeligere i Oprisset udi Fig. 6 ved H. Kam-Hiulet med sin Stang hviler igien paa Bænken eller Underlaget K, og dette igien paa Tvær-Træerne L, hvilke ere saaledes indfattede i vertikale Stolper, som N, at den ene af dem (Fig. 5.) VLN kan ved Hielp af Vegt-Stangen RV og dens Tilbehør udi *q* (Fig. 6.)

skydes op og ned i den til samme svarende Stolpe, i hvis Midte er en liden udhulet Kanal, i hvilken den kan bevæges op og ned. Man kan endnu simplere løfte Driften med Mølle-Stenen ved en simpel Kiel.

De ovenanførte Dele ere i Korn-Møllerne de betydeligste, Resten er kortelig denne. Taf. V. Fig. 6, og Taf. VI. Fig. 6 er K' Korn-Kassen, af den falder Kornet ikke umiddelbar ned i Øiet eller Aabningen af den øverste Mølle-Steen; men over et inklinert Plan eller Skoen *m*, som man inklinerer meer eller mindre, ved Hielp af en Snor, der slaaer sig om en Vinde *q*, hvilket i disse to Tegninger vises paa to adskillige Maader. Fra Skoen *m* gaaer en Pind *p* ned, som, i det den øverste Mølle-Steen veltes om, bevæges frem og tilbage af de Ujevnheder, som med Flid ere giorte oven i den øverste Kant af Løberen ind ad Øiet til. Eller man belegger og den samme øverste Rand af Stenen med en Jern-Ring, forsynet med to udlebende Tapper, som slaae an paa Pinden. Pinden *p* gier ved sin Bevægelse, at Kornet røres og glider desto bedre ind under Mølle-Stenene, hvor det males.

§. 189.

Hvorledes ved dem Drifte- og Rense-Verker kunde anlegges.

Ved Korn-Møllerne ere endnu to Poster kortelig værd at legge Merke til. Den ene er Drifte- og Rense-Verker, hvorved Solde og deslige sættes i Gang, for at rense og harpe Kornet, og at skille grovere og finere fra hinanden. De kunne let anlegges og paa adskillige Maader, hvoraf vi forestille en Taf. VII. Fig. 7. Er nemlig *rs* Jern-Stangen, som igiennem Driften udi *ab* gaaer op til Løberen, da behøves alene paa den at anlegge udi *c* en fast

Træ-

Træ Skive, i Form af Tritse, hvilken derfor, som Figuren viser, gaaer om med Snoren *d*, naar Driften bevæger sig omkring. Snoren *d* sætter videre en ligesaadan Skive *f* i Bevægelse, hvilken velter sig da om med sin Axel Stok *g*, som kan bevæges rundt om i *n* og *n*. I Axel-Stokken *g* er en krum Tap eller Hauk *h*; Naar den løber om i rund Bevægelse, gaaer Stangen *hp* med Soldet *m* frem og tilbage i retlinet Bevægelse, og gier derved sin Virkning, saa at Melet, eller efter Soldets Beskaffenhed i Almindelighed, det finere falder af i Kassen *q*.

§. 190.

Sigte-Verket kan ligeledes anlegges paa adskillige Maader, hvoraf den vidtleftigste sees Taf. VI. Fig. 6, hvilken man videre kan sammenligne med Fig. 5 og 6. Taf. V. Men den første Figur er den tydeligste, i hvilken *a* forestiller Aabningen paa Siden af Melle-Stenen, tilligemed Hullet, hvoraf Melet flyder ud og ind i Sigte-Sækken *b*, som er af Flor, stivet med Træe-Stænger. Sigte-Sækken løber igiennem en Kasse *c*, som for Tydeligheds Skyld her ikke er forestillet efter sin hele Høide. Driften *d* sætter alt i Bevægelse ved de smaa Takker eller Tommer o, som ere satte neden under den. Disse slaae an paa Stokken *p*I, den igien velter Cylindren *q* tildeels om. Paa Cylindren er en Takke *r*, hvorved Stokken *s*, tilligemed *t*, Cylindren *v* og Stokken *x* skydes frem og tilbage. Derved rystes idelig Sækken *b*, som er anhengt ved *x* udi y, saa det fine Meel falder af i Kassen *c*, hvorimod det grove med Kliden flyder ud igiennem Hullet I, og samles der i et Kar under I.

Saavel som Sigte-Verker.

§. 191.

Man kan giøre Indretningen af Sigte-Verket endnu simplere, som Taf. VI. Fig. 8, hvor F er Meel-Kassen, i hvilken henger Sigte-Sækken *bb* i Snoren *a*. Driften bevæger her med sin øverste Skives Tommer Stokken *dp*, som tilligemed Stokken *e* sættes i Bevægelse og ryster Sækken.

Driften G forestilles i denne Figur, som bevægelig frem og tilbage, ved Hielp af Kilen *l*, saa man kan tage den af, naar man vil, og derved lade Sigte-Verket staae. Dette sidste skeer endnu lettere, ved at tage Stokken *p* bort fra Takkerne eller Tommerne af Driften. Men da den første Maade i adskillige andre Tilfælde med Fordeel kan bruges, i sær, naar man paa Drifternes Axler, eller opgaaende Jern-Stænger, vil legge, foruden Driften selv, smaa Stierne-Hiul, for at gribe ind i Driften, som G, praktiserte ved en eller ved to Sider af disse Stiern-Hiul, for derved at drive smaa Verker af en eller anden Beskaffenhed, saa have vi kortelig vildet erindre denne Maade, at anlegge smaa Verker saaledes ved store Hiul, at man kan lade de første staae, naar man selv vil.

§. 192.

Hvorledes dobbelte Verker ved et og det samme Vand-Hiul kunde drives.

Undertiden, naar de Kræfter, som drive Machinen, ere tilstrekkelige nok, lader man et Kam- eller Stierne-Hiul gribe paa Siderne ind i to Drifter, saaledes, som man seer Taf. IX. Fig. 3, ved E og F. Undertiden sættes saadanne Drifter paa tre Sider af det, sielden paa alle fire. Naar man ikke vil, at alle disse Drifter skulde gaae, kan man kaste dem fra Kam-Hiulet, ved Hielp

af

af Kiler, saaledes, som man seer Taf. VI. Fig. 8. udi *a* og *l*. Man kan og giøre Halv-Delene af den øverste Skive, udi hvilke Stokkene af Drifterne sidde bevægelige i et Leed eller Charniere, som sees Taf. VI. Fig. 9 udi *n*. Men denne Maade, at tage Drifterne fra Kam-Hiulet paa, er ikke den raadeligste, hvor et Hiul satter i det andet med stærke Kræfter; thi i dette Tilfælde brekker som tiest Laasen eller Krampen, hvormed de halve Dele af Skiven hestes under Brugen i hverandre.

Fiortende Forelæsning.

Udregning af Korn-Mollerne, og fremdeles om Save-Mollerne.

§. 193.

Udregnings-Maaden i Underfalds-Mollerne forklares.

Udregningen af Underfalds-Mollerne er let af det Princip, at de giøre deres største og fuldkomneste Virkning, saa tidt som Vand-Hiulets Hastighed er Tredie-Delen af det hele Vands Hastighed. Den Modstand, som i Korn-Mollerne skal overvindes, er alene Modstanden af Kornet, som males, og Delenes Rivning i Machinen, naar man ei tillige bekymrer sig om Inertien. Kaldes derfor Middel-Hastigheden, eller den med samme proportionerte Vegt-Stang i Melle-Stenen, a, Kornets Modstand R; da bliver Momentet af denne sidste udi $H = Ra$ (Fig. 6.). Kaldes videre Middel-Vegt-Stangen udi b af Driftens Axels koniske Tap b; Trediedelen af den Pression, som i samme foraarsages af den øverste Melle-Steens, af Driftens og af Jern-Axlens egen Tyngde f, da bliver Momentet af Friktionen udi $b = fb$; thi Rivningen forstørres her ikke af den Kraft, der holder imod paa Driften, fordi dens Direktion er perpendikulær paa Tyngdens. Naar Kraften, som holder imod over Halv-Diametern af Driften kaldes K, men Driftens Halv-Diameter $= c$; da er $Kc = Ka + fb$, og

$K =$

$K = (Ra + fb) : c$. I Steden for hvilken maa tages $\frac{19}{18}K$ (§. 375 Statik For.). Denne Kraft trykker i A og o Tapperne af Vand-Hiulets Axel ind imod deres Underlag, saavel som den Kraft af Vandet, der slaaer an paa Hiulet. Desuden trykkes Axlen af Vand-Hiulet ned imod Underlagene af sin egen, af Kam-Hiulets og af Vand-Hiulets Tyngde, som vi under et ville kalde T. For derfor at kunde udregne Rivningen, maa først Vandets Pression paa Melle-Hiulets Fielle bestemmes.

Er den absolute Hastighed, som Vandet flyder ud med, $= h$, da bør den Deel af dets Hastighed, hvormed det idelig trykker Hiulet, være $\frac{2}{3}h$. Kaldes den Høide H, som svarer til Hastigheden $\frac{2}{3}h$. Fiellets Størrelse F, for saa vidt som Vandet slaaer an paa det. Da bliver HF, naar samme gives i Vegten af en Cylinder Vand, den Pression, som virker idelig paa Vand-Hiulet, og vi ville kalde Q. Denne Trykning foraarsager en Rivning i Tapperne af Axlen, saavelsom den Modstand K, begge af parallele Direktioner, den absolute Kraft derfor af denne Rivning er $(Q + K) : 2$. (§. 320 Statik). Desuden er endnu i disse Tapper en Rivning, som foraarsages af Tyngden T, men da den deraf kommende Rivning overvindes af Kraften paa Vand-Hiulet efter en Direktion perpendikulær paa Tyngdens, saa bliver den absolute Modstand af denne Rivning ikke uden $\frac{1}{3}T$, og derfor den hele absolute Kraft, som udfordres til at overvinde Rivningen, $(Q + \frac{19}{18}K) : 2 + \frac{1}{3}T$, hvilket vi ville sætte $= P$ (*).

Kaldes

(*) Da Rivningen foraarsages af to Kræfter, en horizontal efter *ac*, (Taf. V. Fig. 7.). En anden vertikal efter *ab*. Saa er egentlig den hele Pression

Kaldes Halv-Diametern til en af disse Tapper d, bliver Momentet af Rivningen Pd. Dette Moment, saavelsom Momentet af Kraften, $\frac{19}{18}Ke$, eller $\frac{19}{18}(Ra + fb).\frac{e}{c}$ (e er Halv-Diametern af Kam-Hiulet) er det, som Momentet af Vandets Pression paa Fiellene i Ligevegten skal overvinde, hvorved maa agtes; at da Q er Vandets absolute Trykning paa Fiellene, saa maa, for at have dets Moment, Q multipliceres med Distancen af Trykningens Center paa en af Fiellene fra Vand-Hiulets Center, hvilken Distance, naar kaldes g, bliver $Q.g = \frac{19}{18}(Ra + fb)\frac{e}{c} + Pd$.

§. 194.

Det er derfor overmaade simpelt, ved Hielp af denne Ligned at bestemme, hvad en af Hoved-Posterne i en saadan Korn-Melle skal være, naar de øvrige ere enten givne, eller efter Behag antagne, og at ansee meer end en af Posterne som ubestemt, behøves ikke. For Exempel. Forholden imellem Vand-Hiulets, Kam-Hiulets og Driftens Diametrer kan vel antages efter Behag, men man maa dog i Korn-Møllerne altid see paa, at Melle-Stenene ei gaaer tiere om end en Gang i et Sekund, og saa tidt som den gaaer langsommere, at den da nærmer sig, saa meget som skee kan, denne Forhold. Men da Vandets Hastighed er bekiendt, og Vand Hiulets antages af samme at være en Tredie-Deel, saa kan deraf altid Diame-

sion dirigert efter Diagonalen ad; $\frac{1}{18}ad$ er derfor egentlig Friktionen betragtet simpel hen uden Formering.

Diametern af Kam-Hiulet, der gaaer i samme Tid om med Vand-Hiulet, saaledes passes imod Diametern af Driften, at Mølle-Stenen bevæger sig noget nesten en Gang om i et Sekund. Saaledes, om af Vand-Hiulets Peripherie $\frac{1}{20}$ gaaer omkring i et Sekund, og Mølle-Stenen derimod skal gaae en Gang om i et Sekund, er der ingen Tvivl paa, at jo Forholden imellem Diametrerne af Kam-Hiulet og Driften bør være den af 20 : 1. Er Forholden given, da ere de absolute Størrelser i disse Diametrer deraf videre bestemmelige, at Delene bør have den Tykkelse af Træe, som behøves, for at de kunde holde (*). Vand-Hiulets absolute Størrelse bestem-

(*) Deraf sees, at saa tidt som Mølle-Stenenes Størrelse og Tyngde, saavel som Vandets anstødende Kræfter under sig ere foranderlige, kunde de sædvanlige praktiske Regler for Hiulenes Diametrers Størrelse og Peripheriernes Inddeelning ikke nøie følges. Tvertimod, disse Forhold bør i et hvert enkelt Tilfælde altid ved Udregning bestemmes. Desuagtet vil jeg kortelig nævne her de praktiske Forhold og Inddeelninger, hvilke Baier foranførte Sted 5te og 6te Kap. anfører, som de, der have best giort Nytte i Praxis. 1) I Staber-Hiul antager han, at naar Aabningerne paa Stiboerne og Faldet i Renderne, følgelig, naar Vandets Kræfter ere de forhen bestemte; videre, naar Mølle-Stenenes Diameter er 3 Fod 3 Tommer (Tyngden bestemmer Baier ikke), da paastaaer han, som bekræftet ved Erfaring, at en Mølle gior temmelig god Virkning, om, dette forudsat, Mølle-Stenen gaaer 12 Gang om, imidlertid at Vand-Hiulet gaaer en Gang om, hvilket vil omtrent sige saa meget, som at Vand-Hiulet skulde gaae 4 til 5 Gange om i et Minut. I denne Hypothese giver Baier et Vand-Hiul af 8 Alens Høide, et Kam-Hiul af 4 Alen 22 Tommer, 72 Kamme nemlig med $4\frac{1}{4}$ Tommes Inddeelning, og en Drift med 6 Stokke. Vil man, alt for Resten lige, have en Drift af flere Stokke, sees let, at intet videre

 behøves,

bestemmes af Omstændighederne, saaledes maa man altid see paa, hvor høit Vandet kan voxe, naar det stiger til sit høieste, og man giver Halv-Hiulets Diameter altid større Længde, end Høiden er imellem Bunden af Renden, hvor Vandet slaaer an paa Fiellene og den høieste Vand-Linie, hvortil Vandet stemmes paa Stieboerne, man maatte ellers staae Fare for, at Vandet sled ind i Mølle-Bygningen selv.

§. 195.

Disse Forhold og Dele saaledes bestemte, da kan man altid søge en af to, enten hvad Vand og Vand-Fald man behøver, for at drive Mølle-Stene af en vis given Tyngde, saa Virkningen bliver den største muelige, eller og, hvad Tyngde Mølle-Stenen bør have (i den Hypothese nemlig, at Tyngden af Mølle-Stenen er en vis

behøves, end at formere Kammene i Kam-Hiulet efter samme Forhold. Ligeledes gior man i Brugen Takkernes Antal i Kam-Hiulene Vand-Hiulenes Diametrer proportionerte, imidlertid at Stokkenes Antal i Dristen og Mølle-Stenenes Størrelse under alle disse adskillige Forhold uforandret blive de samme.

2) I Strauber-Hiulene paastaaer Baier, at Aabningen for Vandet og Afsaldet i Renden, giorte efter de forhen anførte Forhold, giøre en Mølle, der ved dem drives, af samme Virkning, som en Staber-Mølle, hvis Hiul er af 8 Alens Høide, om nemlig Vand- og Kam-Hiul i begge have samme Høide, men Kam-Hiulet faaer 80 Kamme; thi Inddeelningen er her ikke uden $3\frac{3}{4}$ Tomme imellem Midt Linierne af Kammene. Da derfor Dristen endnu skal beholde sine 6 Stokke, og Mølle-Stenenes Størrelse blive uforandret, bør deraf sluttes, at Strauber-Hiulene gaae langsommere om, end Staber-Hiulene. Hvilket er en Følge af Indretningerne, som ikke nøie stemmer med Reglerne af Theorien.

vis Deel af Modstanden R i §. 193) paa det at visse givne Kræfter af Vand kunne drive Mølle-Stenene om, saa de giøre størst Virkning. I det første Tilfælde behøves intet andet, end at søge Q i Ligheden §. 193, da af den virkelige Pression paa Hiulet, naar Fiellets eller Basis Størrelse enten er givet eller, efter Omstændighederne, er blevet bestemt, Høiden af Vand-Cylindren, som svarer til den relative Hastighed, let findes, af den denne Hastighed igien, og af den relative Hastighed den absolute. I det andet at udvikle R, hvorved maa agtes, at saa tidt som man vil giøre denne Undersøgning, maa Q og R indføres tydelig i de Størrelser, som af dem ere Friktioner, i Ligheden $Qg = \frac{12}{18}\frac{e}{c}(Ra + fb) + Pd$. Hvilket og let kan giøres efter den i §. 193 dertil givne Anviisning.

§. 196.

Er et Mølle-Verk virkelig bygt, uden at det gier sin største Virkning, fordi Hiulets Hastighed ikke er Tredie-Delen af Vandets. Da kan man endnu betiene sig af den forrige Ligheds §. 193, saa tidt, som man vil, ved Forsøg bestemme Rigtigheden af Theorien, der behøves alene, at HF bestemmes saaledes, saa H bliver Høiden, der svarer til Hastighedernes Forskiel i Hiulet og Vandet, saaledes, som samme i den bygte Machine virkelig forefindes, hvorefter man forandrer P og Q; da man, dette giort, endnu faaer den forrige Ligheds $Q.g = \frac{12}{18}(Ra + fb)\frac{e}{c} + Pd$. Hvoraf da let sees, hvorledes man kan undersøge i enhver forekommende Mølle,

om Kornets Modstand er den fem og tredivte Deel af Løberens og dens Tilbehørs Tyngde, som man det sædvanlig antager.

§. 197.

I Henseende til den Mængde Korn, som adskillige Mølle-Stene i adskillige Mølle-Verker kunne male, da antages de gemeenlig proportionerte Pressionerne af Mølle-Stenene, eller proportionerte disses Tyngder i deres Middel-Hastigheder, saa at saaledes, naar det er bekiendt, hvad en Mølle-Steen af given Tyngde og Hastighed kan male, kunde derved Udregningen gieres for alle andre i alle givne Tilfælde, og adskillige Møllers Virkningers Forhold til Tiden saaledes bestemmes.

§. 198.

Saw-Møllernes Beskrivning.

Efter Korn-Møllerne ville vi giøre os bekiendt med Save-Møllerne. Man gier disse Machiner paa adskillige, snart meer, snart mindre fuldkomne Maader. Vi ville her holde os til det fornemmeste i en Beskrivning af Hr. Belidor (*), som forklarer dette Slags Machiner paa en omstændelig og meget tydelig Maade. Det fornemmeste Grund-Ris af Machinen sees Taf. VIII. Fig. 3. I de øvrige Tegninger af denne Tavle derimod, som Fig. 1 og 2, findes to Hoved-Profiler af den hele Machine. Men i de øvrige fra Fig. 4 til 8 forestilles alle Hoved-Stykkerne i Machinen. De samme Dele benævnes overalt med de samme Bogstaver. I Fig. 2 og 3 forestilles saavel i Op- som Grund Ris Vand-Hiulet A, med dets

(*) *Architecture Hydraulique.* Prem. Part. Tom. I. Liv. 2. Chap. 2.

dets Axel B. Paa denne Axel sees videre Kam-Hiulet saaledes, som det griber ind i Driften D. Med denne sidste bevæger sig omkring Haand-Vinden E. I Fig. 1 og 2 sees ydermere, hvorledes ved Hielp af denne Haand-Vinde Saven sættes i Bevægelse. I Profilen (Fig. 1) er nemlig atter igien C Kam-Hiulet, som ligger an paa sine Underlag, D Driften, E Haand-Vinden. I denne sidste er lagt ind, ved Hielp af en Ring i Enden, en Jern-Stang F, ved hvilken Saven G, som henger i Rammen H, bevæges videre op og ned efter. Saven med sin Ramme sees udi Fig. 2. Rammen bestaaer af to Side-Stykker H og de i dem fast fæstede Tver-Stykker K. Tver-Stykket L derimod er bevægeligt, og, som Figuren viser, med smaa Jern-Stænger og Skruer hefted til K. I Side-Stykkerne H ere derfor og giorte to Giænger eller indskaarne Skurer, udi hvilke, naar dette Stykke løses fra K, det da kan skydes op og ned, for at legges ind eller at tages ud i de dertil giorte Indsnit udi *a*. I Tver-Stykket L er Saven G hefted fast oven til saaledes, som Figuren viser. Neden ved det nederste Tver-Stykke er Enden af Saven med en stærk Bolt hefted fast i Jern-Verket, som forbinder dette Tver-Stykke med Jern-Stangen F, som nærmere vises i Figur 2 og 7. Saven kan derfor, saa tidt den behøver Kiilning eller Hielp, løses af alene for sig, tillige med Tver-Stykket L, uden at man derfor behøver at løsne hele Rammen.

Rammen selv kan skydes op og ned over de to Opstander-Træer I, som ere indvendig afskaarne paa halv Træe, saa at de saaledes give en Rende, i hvilken Rammen kan glide. Denne holdes udvendig ved tre Træ-Klodser *n* paa hver Side, igiennem hvilke gaaer Bolte, hefted fast med Tver-Klinker af Jern paa den anden

Side af Opstanderne. Saaledes kan Rammen bevæge sig op og ned, tillige med Saven og Jern-Stangen F saaledes, at imidlertid Haand-Vinden E beskriver den ene Halv-Axel af sin Cirkel, gaaer den ned efter, men igien op ad, naar den i denne Cirkel igiennemløber den anden halve Deel. Man forsyner og Opstanderne I ind ad imod Sav-Rammen til med Lister, at Opstanderne ikke skal slides af Rammens stærke og idelige Rivning, da det er saaledes en ubetydelig Sag, saa tidt som det behøves at fornye Listerne.

§. 199.

Tømmer-Stokken gaaer imod Saven, ved Hielp af en Vogn, hvorpaa den ligger, hvilket man tydelig seer udi Fig. 7 og 8. I den første nemlig af disse Figurer forestilles Profilen, i den anden Grund-Risset af Vognen. Denne Bevægelse maa iverksættes af Saven selv, paa det at den ikke skal gaae stærkere ind imod Saven, end denne kan skiære, og heller ikke saa langsom, at Saven bevæges, uden at finde Modstand. For at forstaae dette saa meget desto bedre, maa agtes; at inden i Mølle-Bygningen er lagt (Fig. 1 og 2) et Gulv udi M, hvilket er paa det Sted igiennemskaaret, hvor Saven med Rammen skal gaae igiennem. Dette Gulv ligger, som man seer i Fig. 1, i Linie med Horizonten. Paa dette Gulv er, som man seer af Fig. 8, udi P to Tømmer-Stokke anslagne paa hver Side, en høiere end den anden, saa at imellem begge er som en Art af Rende, eller plat Kanal, hen over hvilken de underste lange Stykker Q af Vognen, eller rettere af Rystningen, hvorpaa Tømmer-Stokken skal legges, kunne glide. Saavel neden til, som paa Siderne af Renden, er i Træet lagte

Messing-

Messing-Ruller ind, for at formindske Rivningen. Paa de underste Ruller hvile saaledes de lange Sider af Vognen, hvilke desuden ere fast sammenbundne med Tver-Stykkerne R, som ere indhugne i de lange Sider Q. Foruden disse to Tver-Stykker, som egentlig tiene til at holde de lange Sider sammen, ere endnu to andre, S og *t*, paa hvilke Tømmer-Stokken, som skal skieres, egentlig hviler. Stykket T ligger løst, saa det kan, ved Hielp af to Jern, som legges ind i Hullerne *r*, glide langs hen efter de lange Sider Q, for at S og *t* kunde rykkes enten nærmere sammen eller længere ud fra hinanden, efter Tømmer-Stokkenes adskillige Længde, som Saven skal skiære. I *v* er desuden giort et Indsnit udi T, saa at Saven kan gaae igiennem samme i Begyndelsen, fordi udi *v* Bielken begynder at blive skaaren.

De lange Sider ere neden under udskaarne med Takker eller Tænder, saaledes, som man meget tydelig seer det udi Figur 7. Disse Tænder gribe ind i Stokken af to Drifter, saaledes, som her vises ved *x* udi Figurerne 7 og 8. Kanterne af disse Drifter ere forsynede med stærke Jern-Cirkler, udarbeidede uden om Peripherien med smaa Jern-Takker, saaledes, som man nærmere seer udi *p*, Fig. 1 og 4. Man seer i Figur 4 rundt omkring den innere Ring af denne Cirkel smaa Huller. I dem stikkes Vegt-Stænger saaledes, som man videre forstaaer af Fig. 2 i *l*. Man bruger disse Vegt-Stænger til at vinde Vognen tilbage igien, naar Saven haver løbet hele Tømmer-Stokken igiennem. Man kunde ved dem og vinde Vognen bestandig frem efter, om Saven ikke selv giorde dette Arbeid under Skiærningen, som strax skal vises.

Da Tømmer-Stokkene kunde være overmaade lange, og det Rum, hvorover de bevæges under Skiærningen, maa i det mindste være deres Længde to Gange tagen. Men Mølle-Bygningen kan ikke være af saa stor Længde, som de længste Tømmer-Stokke den, efter det nylig sagte, behøve; saa fortsættes Gulvet endnu i y og w paa begge Sider uden for Mølle-Bygningen, paa det at Vognen, som derpaa bevæges, bestandig kan forefinde et fast Underlag, saaledes, som det forevises udi Figur 1. I øvrigt kan agtes, at da Haand-Vinden giver Saven en ulige og skiev Bevægelse, snart til en Side, snart til en anden, saa maatte Tømmer-Stokken derved nødvendig forrykkes, saa Snittet ei gik lige. For at forekomme denne Uheld, hæftes den fast til Underlagene S og T med stærke Jern-Vinkler, saaledes, som man seer i Fig. 8.

§. 200.

Vi have sagt, at Saven bevæger selv Vognen med Tømmer-Stokken. Til den Ende maa agtes, at den ikke skiær i opgaaende, men alene i nedgaaende; i opgaaende derimod skyder den Vognen fort. For at forstaae dette, maa agtes, at i Fig. 1 og 4 er K det øverste Tver-Stykke af Sav-Rammen, til samme er hæftet en Jern-Stang *do* med et Leed eller Charniere udi *d*, i o er den forbundet, som Figuren viser, med en Stang *ob*, som er aldeles fast i en Klots *f*, hvilken kan bevæge sig rundt om i to cylindriske Tapper, med hvilke den er langt ind i Tømmer-Verket af Machinen. Til *f* er ved et Jern med Charniere, eller Leed, udi *c* Fig. 4 hæftet en lang Stang, med en Jern-Kloe *p* udi Enden; Kloen *p* fatter i Takkerne af Jern Cirklen udi Hiulet *x*. Man seer let, at

naar

naar Saven gaaer op, stedes Stangen *cp* fort, og med den Hiulet, hvorimod *cp* trekkes igien hen over Takkerne tilbage, saa den falder i andre, naar Saven falder. Saasnart derfor, som dette sidste skeer, vilde det skee, da Saven i nedgaaende idelig skiær, og saaledes støder imod Tømmer-Stokken, at Vognen gik tilbage. Dette forekommer man ved Jern-Kroge, som falde ind i Takkerne paa et Par Steder fra den anden Side, og holde imod. Ellers kan agtes, at Saven maa gjøres bredere oven, end neden til, for at Skiærningen i nedstigende kan skee idelig, og fordeles over Saven hele Tiden igiennem. Man kan og, naar den bevægende Kraft er stærk nok, lade flere Saver skiære tillige med hverandre.

§. 201.

Da de store Tømmer-Stokke ikke uden med stor Besværlighed føres til og ind i Mollen, saa betiener man sig af Machinen, for at trekke dem afstæd, saaledes, som man seer i Fig. 1 ved Q, hvor Tømmer-Stokken forestilles som lagt paa en Vogn med 4 Hiul. Vognen trekkes ved Hielp af et Tou o, som oven til styres af en Tridse, men neden til løber over og omkring Axlen af en Cylinder, paa hvilken er sat en Drift z. Denne Drift med sin Axel forestilles i Figur 3, saavelsom, hvorledes Kam-Hiulet *c* fatter Drifsten, og saa tidt som dette skeer, bevæger saavel den selv, som Susren og Vognen. Opridset i Figur 1, sees udførligere i Figur 5. Nemlig, *l* og *h* ere to Opstandere, af hvilke den ene *l* staaer altid fast i Tømmer-Verket af Machinen, saaledes, som Figur 1 viser. Den anden *h* derimod kan legges ind i 2 i en dertil giort indhugget Fordybning i Machinens Tømmer-Verk, men den ligger i sam-

me for Resten los, og haver desuden i *n* to Jern-Knæe med Leed eller Charnierer, ved hvis Hielp den kan i Vinkel-Bevægelse skydes hen imod *l*, naar man ikke meer behøver at betiene sig af Hiulet *z*. Men at denne Opstander ikke skal falde til Utide ind imod *l*, bliver den stivet ved Tver-Stokken *e*, som ligger an paa en Klots 3. I Opstanderen er derfor indskaaret en Rende, udi hvilken Enden af Tver-Stokken *e* kan skydes ind, og igien trekkes op ved Hielp af Snoren *s*, naar man vil tage Driften *z* bort fra Kam-Hiulet, ved at lade Opstanderen *h* falde ind imod *l*.

§. 202.

Foruden det allerede forklarte, er endnu en Hoved-Post tilbage, den nemlig, at Machinen staaer af sig selv, saa tidt som Tømmer-Stokken er igiennemskaaret, fordi man ellers maatte befrygte, at den stærke Bevægelse, som ingen Modstand foresandt, maatte brekke Delene af Machinen, og endelig stikke den i Brand. Hvorledes Machinen stiller sig selv, forevises i Fig. 6, hvor i H et Stykke af Rammen forestilles. Paa Opstanderen I sees i 4 en Ring, som er kastet ind i en Jern-Hage, af hvilken den let kan trekkes ud, naar man skyder paa Snoren, som med den ene Ende er fast ved Ringen, men med den anden ved Vegt-Stangen 6. Denne Vegt-Stang bevæges omkring Hvile-Punket 7, og bær i 8 en lang Stang 11, som er fast i Stiv Bordet 10, hvilket derfor, naar Stangen 11 stiger, løftes op, men falder igien, naar denne Stang synker; I hvilket Tilfælde Faldet sikker befordres ved en paahengt Tynde 9. Thi da Rivningen er anseelig, fordi Vandets hele Trykning falder over Stiv-Bordet 10, saa kunde let Stiv-

Bordet

Bordet stokke over Rivningen under Bevægelsen, og ikke falde. Snoren *s* med Ringen løsnes derved, at i 12 er (Fig. 8.) et Jern lagt an paa Tver-Stokken *s*. Naar Savningen er til Ende, og Vognen med Tømmer-Stokken bliver ved at gaae fort, støder Jernet 12 an paa Snoren, hvorved Ringen glider ud af Hagen, og Stiv-Bordet falder, hvorpaa Vand-Hiulet staaer. See Figur 3 ved 10.

§. 203.

Ved de enkelte Udregninger af denne Machine ville vi ikke opholde os, uden ganske kort, og simpel hen vise Maaden, hvorpaa de kan skee. Saa meget seer man strax, at den absolute Kraft, som behøves i Vertikal-Linie, for at løfte Saven, er 1) Savens Tyngde, 2) den Modstand, som denne forefinder ved at skyde Vognen fort. Denne sidste beregnes meget let, alene at man søger Vognens og Tømmer-Stokkens hele Tyngde, hvoraf (Fig. 7.) Rivningen paa Tapperne af Hiulets *x* Axel er Trediedelen, kaldes den *f*, og Forholden af Diametrerne i Tappen og Hiulet $a : b$, bliver Friktionen der, hvor Takkerne af Vognen gribe ind i Hiulets *x* Stokke, $= (af) : b$, eller, om man vil være nøie, $(\frac{19}{18}af) : b = Q$. Er i Fig. 4 Forholden imellem Hiulets *x* Diameter og Diametern *xp* af Ringen den af $c : d$, da bliver Rivningen i $p = (Qc) : d$. Denne Modstand (om Fig. 4 *m* forestiller Centret af Cylindren, om *pr* trekkes ud og Perpendiklen *ms* kastes ned) virker paa Vegt-Stangen *ms*, imidlertid at Savens Virkning yttrer sig over den Vegt-Stangs Arm *om*. Forholder sig *ms* til *om*, som $c : f$, da bliver den Kraft, Saven maa anvende for at bevæge

Vognen, ikke uden $(cQc) : fd = R$. Denne Kraft R bliver meget liden, endog ved de største Tømmer-Stokkes Bevægelser. Man seer, det kommer an paa de enkelte Forhold af alle disse Vegt-Stænger. Saaledes efter de Forhold, som Hr. Belidor giver Delene i sin Machine, behøves i Saven ikke meer end 9 Pd. Kraft, for at bevæge en Bielke 50 Fod lang og 36 Tommer tyk, tillige med Vognen, den ligger paa. I gemene Savninger anvender Saven derimod, da Bielkerne ere mindre tunge, ikke meer end en Kraft af 2 til 3 Pund.

Alt i den Hypothese, at Saven blev bevæget efter en vertikal Direktion, som gik igiennem dens Tyngdes Center, sees strax, at den Kraft, som bliver anvendt paa at skiære Træet, er 1) Savens Tyngde, som af sig selv synker. 2) Den Kraft, som Machinen i denne Hypothese meddeelte, for at skyde Saven op efter, men som nu trekker ned efter, saa at, om Tyngden af Saven kaldes T, bliver den Kraft, som skiær Træet, $2T + R$. Men $T + R$ blev da den Modstand, som multiplicert med sin Vegt-Stangs-Arm, skulde i Ligevegten være saa stor som $\frac{4}{9}$ af Vandets hele muelige Pression, multiplicert med sin Vegt-Stang.

Da Pressionen paa Vand Hiulet, som driver Saven op efter, ikke bevæger samme op og ned efter lige Linie, men i en skiev Direktion, saa maa den være større, end den ellers efter Vertikalen være skulde, 1) fordi den virker i skraae Direktion, 2) fordi den derved trykker Rammen af Saven ind imod Opstanderne, og foraarsager derved en Rivning, som i alle Øieblik er først mindre, og siden igien større, i det at Haand-Vinden beskriver sin Peripherie, slet

intet

intet nemlig, naar den staaer vertikal, siden immer større og større, indtil Haand-Vinden haver i sin Cirkel beskrevet 90°. Middel-Kraften kan derfor, saavel i Henseende til Rivningen, som Tyngden, bestemmes paa samme Maade, som i §. 122 Stat. Forelæsn. Denne Middel-Kraft, som nemlig, Rivningen og sin skraae Stilning uagtet, kan holde Ligevegt efter Vertikalen med $T + R$, ville vi kalde S.

Denne Kraft S virker paa Haand-Vindens Halv-Diameter, men Bevægelsen er ujevn, derfor maa, i Steden for denne Halv-Diameter selv, den Deel af samme ansees for Vegt-Stang, som bestemmes i §. 123 Stat. For. Kaldes denne Vegt-Stangs-Arm g, da bliver $S.g$ Momentet af denne Modstand. Hvortil endnu maa legges Momentet af Rivningen i Tapperne af Vand-Hiulets Axel, hvilket her findes paa samme Maade, som nylig forhen i nest-forrige Tilfælde. Er denne Friktion F, den Vegt-Stang, som samme virker paa, h, da bliver Fh Momentet. Er desuden Vandets hele absolute Trykning T, Trykkets Centers Distance fra Vand-Hiulets Center k, da bør være $S.g + Fh = \frac{4}{9}Tk$. Hvoraf man kan bestemme Savens Tyngde, naar Vandets Kraft er given, eller og de fornødne Kræfter af Vand, som maa haves, for at sætte et saadant Verk i beste Gang, naar Savens Tyngde forud er antagen som bestemt.

§. 204.

I alle deslige Machiner, som ere udregnede og indrettede efter den største Virkning, er det altid meget let, forud at sige,

hvad Hastigheden bliver i alle Delene, om Vand-Hiulets Bevægelse kan bestandig ansees for ensdan. Thi af Vandets givne Hastighed er Vand-Hiulets derfor og Kam-Hiulets Hastighed bekiendt, fordi de løbe om i samme Tid. Videre, ved Diametrernes Forhold sluttes strax af Kam-Hiulets Hastighed Hastigheden i Driften udi Haand-Vinden og Saven. Den Høide, over hvilken Saven stiger og falder, er Diametern af den Cirkel, som Haand-Vinden beskriver; af den bestemmes Bevægelsen i Vognen. For at forstaae dette sidste saa meget desto tydeligere er Fig. 4. Taf. VIII. tegnet simplere og tydeligere i Taf. VII. Fig. 8, hvor igien *mo* forestiller Vegt-Stangen, som Saven trekker paa, naar den er i sit nederste, og *mo* da i horizontal Stilning, imidlertid at *mc* er Charnierens Centers *c* Distance fra Bevægelses-Punktet *m*. Over *om* bevæger sig Stangen i Veiret til en bekiendt Høide, for Ex. *nr*, som er Halv-Diametern af den Cirkel, hvilken Haand-Vinden beskriver; Da desuden Længden af Stangen $om = rm$ er bekiendt, og ved *n* er en ret Vinkel, bliver deraf Vinklen *rmn* bekiendt, som tilkiendegiver hele Vinkel-Bevægelsen af det Punkt *c*. Følgelig ere de to Punkter *d* og *c* givne, det ene *d*, udi hvilket *mc* og *cp* ligge i ret Linie, og udgiøre Linien *mq*, naar den er paa sit længste, og Ringen i Hiulet *x* følgelig er blevet skudt fort. Det andet *c*, da *mc* og *cp* ere beide under den største Vinkel *mcp*, som de kunde giøre sammen. At finde Buen *pq* er derfor intet andet, end at finde paa en given Cirkel to Punkter, paa hvilke fra to andre i bestemt Stining givne *c* og *d* falde to Tangenter af bestemt og given Længde *cp* og *dq*, hvoraf Buen *pq* altid kan bestemmes. Divideres med denne Bue den hele Peripherie, da findes, hvor mange Gange

ge Saven maa gaae op og ned, før den hele Ring skal kunde bevæge sig omkring. Da med Ringen Hiulet, som driver Vognen, bevæger sig om i samme Tid, saa kan Vognens og Tømmer-Stokkens fortgaaende Bevægelse deraf ydermere bestemmes (*).

Fem-

(*) De fornemmeste Dimensioner eller Størrelser i Hr. Belidors Machine ere følgende i franske Fod. 1) Vand-Hiulets Halv-Diameter 5¼ Fod. 2) Kam-Hiulets 2½ Fod, med 32 Tænder. 3) Haand-Vindens Længde 15 Tomme. 4) Driftens Halv-Diameter 8 Tommer og 8 Stokke. 5) Tænderne i Vognen have 18 Linier i Høide, 16 i Bredde og Tykkelse, hvor de ere paa det bredeste. Af dem gaae 24 paa Roden. 6) Driften, som de gribe ind i, er af 10 Tommer i Halv-Diameter med 8 Stokke. 7) Denne Halv-Diameter forholder sig til Ringens Diameter i Hiulet *x* som 1 : 4. 8) Forholden imellem *ms* og *mo* (Fig. 4.) er den af 1 : 26. 9) Den absolute Kraft af Vandet, som bevæger Machinen, 916 Pund. 10) Tyngden af Saven og dens Tilbehør 537 Pund. 11) Vand-Hiulets, Kam-Hiulets og deres felles Axels Tyngde 2500 Pund. 12) Driftens derimod og dens Tilbehørs 240 Pund. 13) Den skar 6 Tommer i Minutet.

Femtende Forelæsning.

Om Stampe-Mollerne og de øvrige herhid hørende Machiner.

§. 205.

Stampe-Mollerne udgiøre et Hoved-Slags iblant de Machiner, som drives ved Vandets Stød. De bruges i en Mængde Tilfælde, som Puk-Verker til Erzernes Knusning, til uldne Teiers Stampning, til Oliens Udpresning af Frøe, og i en Mængde andre Tilfælde. Krudt-Mollerne ere intet andet, end Stampe-Møller. Da vi her ikke kunde afhandle alle enkelte Slags af disse Møller, ville vi i sær bekymre os om det, som er tilfælles for dem alle, da hvad siden i hvert enkelt Tilfælde maa giøres meer, beroer paa den Sags Natur, hvortil Machinen skal bruges, og er gemeenlig ikke vanskeligt at iverksætte. Machinen, som den forestilles i Taf. VII. Fig. 1 og 2, er egentlig en Krudt-Molle, saaledes, som den er beskreven af Hr. Belidor (*).

I A er et stort Vand-Hiul, hvis Axel er B. Paa denne er anlagt Kam-Hiulet C, som igien griber ind i Dristerne D. Disse

(*) *Architecture Hydraulique* Tom. I. Liv. 2. Chap. 2.

Disse sidstes Axler E ere stærke Tømmer-Stokke, rundt om paa hvilke ere anlagte Løfte-Stokke *a*, hvilke, i det Axlen bevæger sig om, legge sig an under ligesaadanne stærke Træ-Klapper *b*, som sidde fast i de vertikale Stampe-Træer F, hvilke derved løftes, og falde siden ned igien, naar ved Omveltningen *a* og *b* gaae ud af og forlade hverandre. For at legge Løfte-Stokkene ind, inddeles Oversnittet af Axlen efter en regulier Figur, af saa mange Kanter, som man vil have Løfte-Stokke til, hvilke anlegges rundt om Axlen efter Kanterne, og passes efter Længden, saaledes som Hullerne *c*, hvori udi Bænkene H Stamperne falde, det udfordre. Stamperne bevæge sig op og ned imellem to Bielker, som *k*, og de imellem begge giorte Aabninger, saa de ei kunne vakle. De forsynes neden til med en Skoening af Metal. Stampe-Hullerne gjøres som i Figur 2 ved *c*, og Bænkene forsynes vel med Jern-Beslag, saa de kunde holde.

For at beregne Tyngden, som Machinen haver at løfte, maa allerførst iagttages, hvor mange Stamper den paa engang haver at hæve. Til den Ende maa Løfte-Stokkenes *a* og Klappernes *b* Længder allerførst bestemmes, saavelsom hvor langt den ene skyder ind over den anden i den horizontale Stilning, da de begynde at løfte. Forestiller da i Fig. 3 AB Stampen, som løftes; *gh*, Løfte-Stokkens *a* Længde, *gf* det Stykke, *a* og *b* slaae over hverandre, da ere *hf*, *gf* og $Ef = ED$ givne, følgelig, naar Stampen er løftet til sit høieste udi D, er og Eg given. Af Eg og DE givne findes Dg med Vinklen DEg og Buen *pq*, som viser, hvor mange Grader der ere omveltede. Følgelig, da det og er bekiendt, om hvor mange Grader at hver to af Løfte-Stokkene ligge fra hverandre,

dre, saa løfte saa mange Løfte-Stokke tillige, som de, der have Plats over Buen qp.

Man bør anse alle Stamperne som at have lige Tyngde; men til en og den samme Tid ulige Momenter. Thi om 3 f. Ex. løfte paa engang, saaledes, at naar den ene staaer færdig til at forlade Klappen CD udi D, de andre da løfte i r og f, og denne sidste i horizontal Stilning. Da om Tyngden i enhver af Stamperne er T, blive Momenterne $T.(gE + nE + fE)$ o. s. v. Ansees den hele Tyngde som anlagt paa en eneste af Stamperne og Middel Vegt-Stangen, kaldes x, da bliver $T.(gE+nE+fE) = 3T.x$, og $x = (gE + nE + fE) : 3$, som er Middel-Vegt-Stangen i dette Tilfælde. Men om Stamperne i Almindelighed ere af det Antal n, bliver denne sidste, eller $x = (gE + nE + FE$ o. s. v.$) : n$.

Er denne Middel-Vegt-Stang bekiendt, da bestemmes let (§. 352 Stat. Forelæsn.) Modstanden af Rivningen i S og S, i det at Stamperne bevæge sig op og ned; thi de der antagne Betingninger kunde have her alle Sted. Kaldes denne Modstand mT, fordi den bliver en vis given Deel af Tyngden, da bliver den hele vertikale Modstand, som skal løftes af Kraften $= (m + n)T$, hvilken vi ville forestille ved Linien KD. Rivningen af CD over DE er deraf en Trediedeel, som virker efter DM; og naar $DM = \frac{1}{3}KD$, er Diagonalen DL den hele Kraft, som virker paa DE. DL er derfor given, fordi KD og KL ere givne. Men om DL trekkes ud, og Perpendiklen Ev kastes ned, da er det hele Moment af $LD = LD.Ev$. Men Ev er bekiendt, fordi den forholder sig til ED som Sinus vDE til den hele Sinus. Men vDE

er

er bekiendt, thi $MDE = DE\delta$ og $CDv = LDM$. Forstaaes ved s et bestandigt Tal, da bliver saaledes $LD.Ev = s.x.LD$. Kaldes den Deel af LD, som staaer perpendikulær paa DE, z; da bliver $z.DE = LD.Ev$, og $z = \frac{LD.Ev}{DE}$. Saaledes er z bekiendt; da denne Trykning foraarsager en Rivning i Tapperne af Axlen, som Driften staaer paa, saa bliver Kraften, der over samme Tappers Halv-Diameter skulde overvinde denne Rivning $= \frac{LD.Ev}{2DE}$ (§. 355 Stat. For.). Thi den for Rivningens Skyld tillagte Kraft formerer her Rivningen. Om derfor Halv-Diametern i Tappen $= d$, i Driften d', bliver den Kraft, som paa Halv-Diametern af Driften kan holde Ligevegt med Rivningen $= \frac{LD.Ev}{2DE} \cdot \frac{d}{d'}$. Momentet af den Kraft, som skal holde Ligevegt med $LD.Ev$ perpendikulær paa Driftens Halv-Diameter, bliver $\frac{LD.Ev}{d'}$. Da den selv foraarsager en ligesaadan Rivning, som den forrige, maa den formeres om den Deel $\frac{LD.Ev.d}{2.d'.d'}$. Hvortil endnu maa legges den Rivning, som foraarsages af Driftens og dens Axels hele Tyngde. Er denne sidste P, da maa for dens Skyld Kraften formeres om $\frac{P.d}{2d'}$. Saaledes bliver den hele Kraft perpendikulær paa Driftens Halv-Diameter $= \left(\frac{LD.Ev}{d'} + \frac{LD.Ev}{2DE} \cdot \frac{d}{d'} + \frac{LD.Ev.d}{2d'.d'} + \frac{P.d}{2d'}\right)\frac{19}{18}$. (§. 317 Stat. Forel.) hvilket giver i Almindelighed en Værdie $ax + bP$, naar ved a og b forstaaes bestandige Tal eller Størrelser.

Da der ere to Drifter, saa bliver $2.(ax + bP)$ den Modstand, som Takkerne af Kam-Hiulet forefinde. Følgelig bliver i Kam- og Vand-Hiul-Axlens Tapper den Kraft, som over samme skulde overvinde Rivningen, $ax + bP$. Kaldes Halv-Diametern i Tapperne r, bliver Rivningens Moment $(ax + bP).r$. Kaldes Halv-Diametern i Kam-Hiulet r', da bliver den Kraft, som perpendikulær paa samme kan overvinde Rivningen, $= \frac{(ax+bP)r}{r'}$. Og den hele Kraft, som perpendikulær paa Kam-Hiulets Halv-Diameter behøves for at overvinde saavel Lasten, som Rivningen, bliver $= 2\left(\frac{ax+bP}{r'}\right) + \frac{(ax+bP).r}{r'}$. Denne Kraft, saavelsom den Friktion, der kommer af Vand-Hiulets, Kam-Hiulets og deres felles Axels Tyngde T', og som er $\frac{1}{3}T'$, overvindes af Vandets Pression paa Vand-Hiulet efter en Direktion perpendikulær paa deres. Derfor formeres ei derved videre Rivningen i Vand-Hiul-Axlens Tapper, men om dette Hiuls Halv-Diameter $= R$, og Vandets Pression paa Hiulet $= Q$. Da faaer man $Q.R = 2.(ax + bP).r' + (ax + bP).r + \frac{1}{3}T'r$. Hvoraf sees, at den Tyngde x, som Stamperne bør have, saaledes kan bestemmes.

Skal Virkningen i denne Machine være den sterste, da, om Vand-Straalens Hastighed, som driver Hiulet, er h, den absolute Trykning, som til den svarer, P, den Bredde paa Fiellet, som samme slaaer an paa, B; bliver $Q = \frac{4}{9}PB$.

Da i det forrige er blevet sagt, at denne Stampe-Mølle egentlig var en Krudt-Mølle, saa kan desangaaende ydermere kortelig agtes, at de smaa Tender, som sees i M, og som velte om med

med Axlen, tiene til at polere Krudet, ved det at Kornene gnie sig deels imod Siderne, deels imod hverandre indbyrdes, deels og imod nogle Stokke, som gaae igiennem Tønderne fra den ene Bund til den anden (*).

§. 206.

Den Mængde af Ting, som vi endnu maa igiennemløbe, tillader ikke, at vi opholde os ved flere enkelte Slags af de Machiner, som drives ved Vandets Stød. Man kan giøre utallige andre nyttige Anvendelser af Vand Hiulene i Hammer- Tærske- Bore- Papiir-Møller, o. s. v. Hvoraf enhver, som haver forstaaet det forrige, ei alene giør sig selv meget let et Begreb, ved at kaste Øinene paa de Tegninger, som i Theatris Machinarum forekomme, men kan og selv i forekommende Tilfælde optænke andre nye; thi enhver særdeles Virkning, som skal iverksættes, udfordrer gierne intet andet end en eller anden Sammensetelse af Drifter, Hiul, Vegt-Stænger og andre simple Machiner, hvilke, efter de statiske Methoder, saaledes sammensatte, som den enkelte Virknings-Natur det udfordrer, iverksætte samme, og deres Sammensetelse overvindes

(*) De fornemmeste Dimensioner i Hr. Belidors Machine ere følgende. 1) Vand-Hiulets Halv Diameter $8\frac{1}{2}$ Fod. 2) Kam Hiulets 4 Fod. 3) Driftens 20 Tommer. 4) Tyngden af en af Stamperne 65 Pd. 5) Tyngden af Vand- og Kam-Hiul med Axel 3600 Pd. 6) Tyngden af Løfte-Stokkenes Axel 3000 Pd. 7) Vandets absolute Pression $1177\frac{1}{2}$ Pd. 8) Dermed kunde 18 Stamper af 65 Pd. Tyngde løftes, skiønt Machinen ei løftede uden 12, og 4 tillige.

vindes de fleste Tider let, endog ved maadelig Eftertanke. I det følgende skulde vi endnu betiene os af Vand-Hiulene, til at løfte Vandet. Det, som er almindeligt for alle disse Machiner, hvor adskillig end de enkelte Sammenføielser kunne være, bestaae deri, at naar Vandets hele absolute Kraft kaldes T. Den Vei, et Punkt udi Vand-Hiulet i en vis given Tid beskriver, kaldes v, og Lastens L Vei udi samme Tid V. Da bør $\frac{4}{9}vT = L.V$, om Machinens Virkning skal være den fuldkommeste og største.

§. 207.

Til disse Machiner, som bevæges ved Vandets Stød, bør og de regnes, som bevæges ved et udflydende Vands Igien-Virkning og Trykning paa de Rør, eller Kanaler, af hvilke det flyder ud. Da denne Maade at bevæge paa, er nye og endnu ikke anvendt til Nytte udi Brugen, saa ville vi af den heller ikke her give uden Hoved-Ideen (*). Man seer (Taf. VII. Fig. 10.) Giennemsnit-

tet

(*) Dette Slags Machiner, som først af Hr. Segner er foreslaget, er med stor Flid blevet udregnet af Hr. Leonhard Euler i de Berlinske *Memoires* Tom. VI. og VII. Da hans deraangaaende giorte Udregninger ere for meget saa Læsere, vil jeg deraf her alene anføre, at Hr. Euler finder, at Virkningen af dette Slags Machiner bør være fast 4 Gange saa stor, som i de sædvanlige, der drives ved Vandets Stød, naar de bevægende Kræfter ere de samme, hvilket var høist Umagen værd at see bekræftet ved Erfaring, og det saa meget meer, som da det er i Almindelighed sandt, at ingen Machine af de ellers bekiendte giør saa meget i Virkning, som den bevægende Kraft selv er (thi større er umuelig). Dette Slags Machiner derimod skulde tilveiebringe en Virkning paa meget lidet nær saa

tet af en Art koniſk eller i Almindelighed rundt Kar CDEF, som er indvendig aabent. Midt igiennem Karret gaaer en Axel AB, som kan tillige med Karret frit bevæge sig omkring de to Punkter A og B. Paa denne Axel kan sættes en Drist, hvilken igien kan gribe ind i et Kam Hiul o. s. v. Hvoraf man seer, hvorledes, saasnart som Axlen med Karret idelig ruller om, den hele Machine da derved kan sættes i Bevægelse. For at forstaae, hvorledes den omrullende Bevægelse kan blive til, maa videre agtes, at neden paa Karret ere Rør anlagte, som sees udi G. I dem kan Vandet fra Karret flyde ind. Oversnittet af Karret, der, hvor Rørene løbe ind i det, kan man forestille sig, som i det horizontale Oversnit Fig. 11, hvor Rørene G igien sees, og i dem Aabningerne *a*, af hvilke Vandet flyder ud. I at flyde ud, yttrer det, som før sagt, en Igien-Virkning paa Rørene, og driver dem tilbage omtrent paa samme Maade, som Krudet, der tændes i en Kanon, driver den tilbage. Derved ruller Karret med Axlen om. Det forstaaer sig selv, at igiennem en Rende maa oven til udi CD bestandig saa meget Vand flyde ind, som af Aabningen *a* flyder ud.

Sex-

saa stor som den virkende Kraft, naar de nemlig vare indrettede paa det fordeelagtigste. See og Hr. Albert Eulers *Enodatio quæstionis de vi Aquæ cum maximo lucro impendenda.*

Sextende Forelæsning.

Om de Machiner, som bevæges ved Vinden.

§. 208.

Til de Machiner, som bevæges ved de flydende Materiers Sted, henhøre endnu de, der bevæges ved Vinden. Da denne sidste er intet andet, end en flydende Luft, saa er der ingen Tvivl paa, at jo dens Virkninger rette sig efter de forhen forklarte Love. At nemlig, naar Tykkelsen i Luften bestandig bliver den samme, forholde dens Virkninger, under adskillige Hastigheder, sig som disse Hastigheders Quadrater. Den letteste Maade derfor, at udregne Vindens Virkninger paa, bliver unegtelig den, at undersøge Forholdene imellem Vindens og et Vands Hastigheder, hvilke over samme Grund-Flade i samme Tid skulle giøre samme Virkning. Da Luften er meget ubestandig saavel i Henseende til Tykkelsen, som Hastigheden, er denne Sammenligning i Brugen selv meget vanskelig at giøre. Imidlertid, saafremt man antager, som i §. 36 Pneumatik, at Luftens Tykkelse er til Vandets, som 800 : 1. Fordi da Kræfterne ere i begge som Massen i Hastighedens Quadrat, maa Masserne være i forkeert Forhold af Hastighedernes Quadrater, om de skulle giøre samme Virkning, saa at, naar Vandets Hastighed er som 1, maa Luftens

tens være som $\sqrt{800}$, og derfor paa det nærmeste 28 Gange større, end Vandets. Sædvanlig antager man, i Følge de af Mariotte (*) giorte Forsøg, at Luftens og Vandets Kræfter ere lige store, naar den første bevæger sig med en Hastighed 24 Gange større, end den sidste. I stærk Blæst er Luftens Hastighed gemeenlig 24 Fod i Sekundet. I Storm er den større. I stærk Blæst gior Luften derfor gemeenlig over samme Plan den samme Virkning, som et Vand, der flyder fort med en Fods Hastighed udi Sekundet. Den beste Maade, at kiende Luftens Hastighed paa, bestaaer i at lade meget lette Ting flyde i og bevæge sig fort med Luften, da man ved et Pendul tillige maaler Tiden, udi hvilken et vist givet Rum igiennemløbes. I øvrigt ere de Uordentligheder, hvilke i Luftens Bevægelse forefalde, saa mange og saa anseelige, at Luft-Machinerne blive ventelig af alle de sidste, som kunne bringes til en nøie Theorie, imidlertid kan man dog altid anseelig nærme sig til Udregningen af deres sande Virkning.

§. 209.

Haver man paa den i §. 208 sagte Maade fundet Vindens Hastighed i et Tilfælde, og for den Grad af Bevægelse i Luften, som til dette Slags Forsøg kunde være mest bequem og tienlig. Da kunde ventelig andre Grader af Hastighed best sluttes af Luftens Stød paa en og den samme Overflade. Thi saasnart som Luftens absolute Kræfter over et givet Plan var a, naar sammes Hastighed var

(*) *Traité du Mouvem. des Eaux* 2 part. 3 Discours. 11 Regle.

var b. Men i et andet Tilfælde Luftens Kræfter fandtes at være over samme Bret c, da om Hastigheden i dette sidste Tilfælde var x, blev $a : c = bb : xx$, og $x = b.\sqrt{\frac{c}{a}}$.

For at undersøge saavel Luftens Stød, som Hastighed, kan man gjøre Brug af følgende Instrument, hvilket let forstaaes af Taf. VIII. Fig. 4. A er det vertikale Bret, som Vinden slaaer an paa. J C er en Tyngde eller Vegt-Skaal, som staaer i Ligevegt med Pressionen paa A. Stængerne AG og CD ere, som man seer i Figuren, heftede fast til Cylindren E, og kunne med den bevæges omkring, naar den veltes om Tapperne a. Er t Tyngdens Center udi Planet A, og naar Vinden slaaer perpendikulær an paa A, da Tyngder T henges eller legges paa udi C, saaledes, at Machinen staaer i Ligevegt uden at bevæges, saa maa, om Vindens Kraft paa Planet A kaldes V, $V.tG = T.CF$. Følgelig, om $CF = tG$, bliver $V = T$, saa at Vindens absolute Kraft paa denne Maade kan gjøres bekiendt.

§. 210.

Saaledes kan man, uden vidtløftig Regning, bestemme Vindens Virkninger paa en af to Maader. 1) Ved at søge Luftens absolute Hastighed. Er den h, da bliver Hastigheden i et flydende Vand af samme Virkning $\frac{b}{24}$ (§. 208.), og den dertil svarende Høide $\frac{1}{60}\left(\frac{b}{24}\right)^2$ (§. 57 Mekan. Forel.), som er tillige Høiden af den Cylinder Vand, hvis Grund-Flade er det Plans Størrelse, som

som Vinden slaaer an paa, og hvis Tyngde tilkiendegiver Vindens hele Trykning paa samme Plan.

2) Eller og; Man antager gemeenlig, i Følge af de i §. 209 omtalte Erfaringer, at Vindens absolute Trykning paa en Quadrat-Fod Rum er 1 Pund 6 Lod, naar Hastigheden er 24 Fod. Da derfor under andre Grader af Hastigheder og Størrelser af Grund-Flader Trykningerne ere som Planernes Størrelser i Quadraten af Hastigheden, saa maa, naar Hastigheden er i et andet Tilfælde H, Planets Størrelse S. $(24)^2$: 19 Unzer $= H^2S$: 19(H^2S) : 576, hvilket i Almindelighed tilkiendegiver udi Unzer Vindens Trykning paa et Plan af de Quadrat Fod S.

§. 211.

Alle de Machiner, som ved Vinden drives, bevæges derved, at den falder ind i, og støder an paa de om en Axel bevægelige Planer, som man kalder Vinger, og ere gemeenlig overflødig bekiendte. Man kan paa denne Maade ved Vinden indrette og iverksætte fast alle de samme Slags Machiner, som ved Vandet. Men derved er dog at agte, at saa tidt, som det kommer an paa en jevn og immervedvarende Bevægelse, da er Vinden ikke den Kraft, som man skal vælge, hvorfor man og gemeenlig ikke heller betiener sig af Vinden, hvor man haver Leilighed til at indrette Vand-Machiner.

De fornemmeste Vind-Machiner ere ellers Korn-Mollerne, hvoraf vi ville give en kort Beskrivning. De inddeles gemeenlig i to Slags. I de gemene, udi hvilke den hele Mølle-Bygning er bevægelig om en vertikal Stolpe; og de saa kaldte hollandske, hvis Tag alene er bevægelig, tillige med Mølle-Axlen, over de paa den

øverste Muur dertil indrettede Træ-Ringe. Thi Vind-Møller maa være bevægelige, saa at, naar Vinden forandrer sig, Axlen dog altid kan dreies om til at ligge i dens Direktion; Ellers maatte Vinden drive Møllen paa Siden, saa længe til at Axlen endelig kom til at ligge udi dens Direktion. Eller om det ikke skede, kom Vinden til at virke alene paa Siden af fra Vingerne, og ikke lige paa deres Plan for fra.

Giennemsnittet af de sædvanlige Vind-Møller sees Taf. VIII. Fig. 1, hvoraf de og meget let forstaaes.

Virkningen af den hele Machine beroer, efter Vingerne og dens Axel, alene paa et Hiul med sin Drift, imidlertid at i øvrigt den hele tunge Machines Dele regieres ved simple Vegt-Stænger. AD er et meget stærkt Træe, som ved A er cylindrisk. Omkring dette Træe veltes den hele Machine rundt om; nemlig, man seer i Figuren de skraae Stiver B, som ligeledes maa være af anseelig Styrke; over dem er lagt to stærke Underlag, som *f*, hvilke man med deres Tver-Træer kalder Mølle-Sadlen; paa denne Sadle hviler den hele Machine, hvis Tver-Bielker desuden ere saaledes sammenfeiede og forbundne, saa de efter et Cirkel-Suit passe nøie om Cylindren. Machinen maa derfor, alene at den der, hvor Bevægelsen skeer omkring Cylindren og Sadlen, bliver vel smurt, kunde trekkes om efter alle Kanter, ved Hielp af en Vegt-Stang *g*, til hvilken desto mageligere at bevæge, man betiener sig af de forhen forklarte vertikale Vinder. Den øvrige Forbindelse af Træ-Verket, for saa vidt samme kan forestilles ved et eneste Overſnit, viser Figuren, saa vi dervved ei ville opholde os. Dog maa agtes, at Hoved-Stolpen AD med dens Stiver B ligge i Grunden an paa to stærke Bielker,

der

der ligge perpendikulær paa hverandre, og hvoraf alene den ene ved D er bleven forestillet i Figuren. Udfordrer Stedets Beskaffenhed, at Møllen maa staae høit, forsyner man den desuden neden under med et Fundament af Muur, saa høit, som Omstændighederne udkræve. I dette blive Grund-Stokkene ved D, for at ligge desto sikrere, indmurede; thi jo høiere Møllen er, desto større Fare staaer den for Storm.

En af Vingerne, som Vinden falder i, for at drive Axlen C om, sees i Figuren. Denne Axel ligger skraae, og kan veltes om i sine Tapper udi C og *h*. Foran paa Axlen staaer et Kam-Hiul G, hvis Tænder gribe ind i en Drift K. Dennes Axel er en stærk Jern-Stang, konisk i Enden, hvor den ligger an i Bielken L, for at kunde bevæge sig rundt om, men der, hvor den gaaer ned i Hullet af den øverste Mølle-Steen eller Løberen, som den kaldes, er den dannet som før. Stenenes Sted er i Fig. 1, N, de ligge indsluttede i en cylindrisk Omsatning eller Kasse af Træe, og den underste af dem er ubevægelig.

Q er en Træe-Kasse, ved hvilken Sækken med Kornet leggges an, som igiennem en Art Tude, der løber ud fra Kassen, øser Kornet paa den før forklarte Maade ind i det øverste Hull af Mølle-Stenen, hvorfra det videre, deels ved den centrifugale, deels ved den zittrende Bevægelse, som Stenene have, og som driver ud fra Centret, passerer videre ind imellem Mølle-Stenene og males. Passerer derpaa ind i Meel-Kassen R, og igiennem en Aabning paa den igien ned i en Sæk, som er sat neden under Meel-Kassen, og det i den dertil indrettede Aabning.

Man seer let, at saasnart som Vinden falder i Vingerne, støder den dem fort, om de ligge skraae for den, hvorved Axlen med Kam-Hiulet løber om; Kam-Hiulet driver igien Driften; denne den øverste Steen. Følgelig er der ingen meer Vanskelighed i at forstaae, hvorledes Malningen skeer.

§. 212.

Men der er endnu adskilligt, som maa agtes, for i Almindelighed at forstaae, hvad der behøves ved en saadan Malning. Det er nødvendigt, at den øverste Steen maa kunne være bevægelig, for at Stenene snart kunne falde stærkere sammen, snart igien staae lidet meer fra hverandre, eftersom Vinden blæser med meer eller mindre Kraft til, og eftersom man vil have finere eller grovere Malning. Til den Ende kan agtes.

1) Hvorledes Løberen lettes. Man maa agte, at o forestiller Vegt-Stænger, som henge i hverandre, hvoraf den underste, hvis Hvile-Punkt ligger i Stolpen ved P, er af anden Art, den øverste derimod er en Vegt-Stang af første Art, med Hvile-Punkt ved *n*. Da Stangen P gaaer i Heiden, naar den ved dette Punkt liggende Vegt-Stang bevæges, saa er det af den forhen givne Beskrivning let at forstaae, at den øverste Mølle-Steen maa tilligemed blive lettet. Overalt seer man strax, at ved denne Sammensættelse af Vegt-Stænger en overmaade stor Byrde maa kunde blive lettet, siden de Vegt-Stangs-Arme, som Lasten virker paa, ere, efter hvad Figuren viser, overmaade smaa, og de derimod, Kraften yttrer sin Trykning paa, ere meget store.

2) Til

2) Til at stille Møllen, ere Stenene selv et Middel. Jo nærmere man lader dem falde sammen, i sær om noget er imellem, som skal males, desto større bliver Friktionen eller Delenes Rivning, og desto større Kræfter udfordres til at bevæge Møllen. Det er altid got, naar man ved stærk Storm vil stille Møllen, at Stenene ei ligge blot over hverandre, siden de ved at gaae af Vanvare over hverandre, kunne stikke Møllen i Brand. Man kan forekomme alt, ved at tage Driften af, og ved at vende Møllen fra Vinden, da den hestes fast ved en Vinde. Den sædvanlige Maade, at stille Møllen paa, er følgende.

Oven over Kam-Hiulet ligger (som man seer i Fig. 2, hvor dette Hiul G seet lige for er aftegnet) en Cirkel af Træe S, som man kalder Pressen. Denne Ring henger fast i T med et Leed, som tillader den at bevæges op og ned. Skydes Ringen med Magt ned imod Hiulet, saaledes, som det forestilles i Figuren, da kan ingen Bevægelse have Sted, fordi Friktionen af Hiulet paa Ringen er overmaade stor; skyder man derimod denne Ring op, bevæges Hiulet frit, uden at røre Ringen.

Da denne Ring er besværlig at bevæge, saa regieres den ved Hielp af Stangen *x*, som sees i begge Figurerne, og som er hæftet til Pressen. Men da det kommer an paa, at holde den fast ind til Hiulet, naar man vil have Møllen stillet, saa regieres denne Stang med samt Ringen igien ved Hielp af Vegt-Stangen *l*, Fig. 1, paa hvis korte Arm *m* Ringen trekker og Kraften derimod, der holder imod paa den lange *l*. Endnu lader man det ikke blive derved. I *p* sees en Vinde, om den gaaer fra Vegt-Stangs-Armen en Snor uden Ende over Axlen af Vinden, hvorpaa Ringen

virker,

virker, imidlertid at Kraften, som holder imod, ved Hielp af en Tyngde, som henger i Snoren q, virker paa en større Vegt-Stangs-Arm.

3) Man seer i r en ligesaadan Vinde, den tiener simpel hen til at hidse Melle-Sækkene og deslige op i Møllen, og igien at lade dem ned (*).

§. 213.

De hollandske Vind-Møller ere deri fornemmelig adskillige fra de sædvanlige, at i dem ei hele Mølle-Verket er bevægeligt omkring en Vertikal Stolpe, men alene Taget, som kan dreies om. Taf. IX. Fig. 3 forestilles Melle-Bygningen ved A. Den er fast og ubevægelig. Allerøverst paa den udi M er lagt en Ring B, som ligger fast; Den er indvendig udhulet rundt om med en Kanal eller Rende, i hvilken ere lagte Messing-Ruller a, som kunne bevæge sig om deres Axler, hvis Tapper ligge fast i Ringen. Oven over denne underste Ring er lagt en anden; i hvilken, nemlig i en i den ligeledes giort Fordybning, de forømtalte Ruller tildeels gribe ind. Den øverste Ring kan saaledes let bevæge sig rundt om den underste over Rullerne, fordi begge Ringe ere koncentriske. Man pleier og, i Steden for Ruller, at belegge den underste Ring rundt om

(*) I Brugen holdes gemeenlig en saadan Mølle god, naar til Stene af $7\frac{1}{2}$ Alens Diameter bruges et Kam-Hiul med 72 Kamme, i hvilke fra Midte til Midte falder et Rum af $5\frac{1}{4}$ Tommes Inddeelning; Driften gaaer 8 Gange om imod Kam-Hiulet, og holder saaledes 9 Stokke; Vingerne ere antagne saa lange, at hver to, som henge sammen i et Plan, og som i en Linie, holde 16 Alen i Langde.

om med Træ-Klotser, over hvilke den øverste Ring bevæger sig. Paa denne sidste reises Tømmer-Verket, som Axlen og Tagget hviler paa; Begge bevæges rundt om ved Hielp af Vegt-Stængerne udi *g*, og holdes i den givne Stilning ved Hielp af Vinden N. Resten forstaaes let. C er Mølle-Axlen, paa hvilken Vingerne ere indlagte, saavelsom Kam-Hiulet *n*. For ved dette Hiul staaer, som i nestforrige Slags, i H en Drift. Da Kam-Hiulet *n* staaer i Centret af Ringen, saa kan det gribe ind i Driften, ihvorledes end at Tagget med Mølle-Axlen dreies. D er Axlen, paa hvilken Driften er anlagt. Vil man ikke have uden et enkelt Mølle-Verk, da kan, i Henseende til denne Axel, Indretningen inden i Møllen giores, som i nestforrige Tilfælde. Vil man derimod have et dobbelt Mølle-Verk, kan Indretningen skee, som Figuren viser. Nemlig; i E legges igien et takket Hiul. Samme griber ind i de to Drister F, hvis Axler paa den før forklarte Maade gaae igien ned til Mølle-Stenene udi G, hvilke saaledes sættes i Bevægelse. Møllen kan stilles paa samme Maade, som den i §. 212 beskrevne.

§. 214.

En af de betydeligste Poster i Vind-Møllerne er den Vinkel, under hvilken Vingen bør paa Axlen være bøiet imod Vinden, imidlertid at den for Resten staaer paa Axlen perpendikulær. Thi man seer strax, at dersom Vingen stod perpendikulær mod Vinden, som da yttrede sin største Krafts absolute Trykning paa Planet, maatte den anvende sin hele Kraft til at styrte Møllen om, uden at give Axlen en omveltende Bevægelse. Paa det derfor at denne

sidste kan have Sted, maa Vingen giøre en skiev Vinkel paa Axlen med Vinden, hvorved dennes absolute Kraft imod det samme Plan vel bliver mindre, men saaer derimod et Moment til at drive Axlen om, fordi den da kan trykke tildeels paa Siden, perpendikulær paa den Direktion, efter hvilken Axlen kan velte sig om. Under 0°, naar nemlig Vingen ligger i Vindens Direktion, er vel Virkningen størst, for saa vidt Vindens Trykning paa Siden da ei hindres af Planet, men derimod er den absolute Trykning paa Planet da intet. Følgelig maa imellem 90° og 0° falde en Vinkel, som er den fordeelagtigste, fordi Momentet da er størst. Denne findes at være omtrent 55° (*), naar Vingen hviler. Bevæges den

(*) Beviset af dette Tilfælde er ikke vanskeligt. Er, f. E. Fig. 8 AB Midt-Linien af Mølle-Axlen, hvilken tillige tilkiendegiver Vindens Direktion, CDEF Planet af Vingen, BG den Linie, som i samme gaaer igiennem Tyngdens Center perpendikulær paa CD, da kan Vindens hele Trykning paa Vingen betragtes som at være samlet udi denne Linie, og i den atter igien i det Punkt H, som er Planets CDEF Tyngdes Center. Kraften af Vinden udi H virker derfor paa den Vegt-Stang HB, og driver Vingen om med den sin Deel, som er perpendikulær paa AB, efter den Kant nemlig, hvor samme kan rulle om.

Forestiller DBA den Vinkel, efter hvilken Vingen staaer dreiet om paa Axlen imod Vinden, da bliver Vindens hele Kraft paa Planet i denne skieve Stilning, mod den, som yttrede sig paa samme Plan, i perpendikulær Stilning mod Vinden, som Sinus af Vinklen DBA til den hele Sinus. Kaldes derfor Vindens perpendikulare Trykning paa Planet T, da fordi, naar Perpendiklen CN kastes ned, Sinus af Inklinations-Vinklen CBN er CN : CB, bliver den absolute Trykning paa samme Plan, naar det staaer skiev imod Vinden, $T\frac{CN}{CB}$. Kaldes CB a; BN,

den derimod, bliver denne Vinkel større (*). Man beviser, at Vindens

---

a; BN, x; da er denne Trykning $\frac{T.\sqrt{aa-xx}}{a}$. Forestilles denne hele Kraft ved LB, fordi den er parallel med Axlen, da bør den igien oploses i de to LK og KB, hvoraf KL alene virker perpendikulær paa Planet af Vingen, imidlertid at KB alene glider hen efter det. Men KLB og BCN ere ligedanne Triangler. Tht Vinklen ved B er tilfælles for begge, og de ere desuden retvinklede. Saaledes bliver BL : KL $=$ CB : CN, eller $\frac{T.\sqrt{aa-xx}}{a} : KL = a : \sqrt{aa-xx}$ og KL $= \frac{T}{a^3}.(aa-xx)$. Hvoraf følger, at Vindens hele Trykning paa et Plan er som Quadraten af Hastigheden, multiplicert med Quadraten af Inklinations-Vinklens Sinus. Men de desangaaende giorte Forsog treffe ei noie ind med denne Regel.

Denne Kraft, som ere perpendikulær paa Planet, kan ikke drive Axlen om, uden for saa vidt, som den virker perpendikulær paa samme, efter den Direktion nemlig, under hvilken at Axlen kan velte om. KL bør derfor oploses i LM perpendikulær paa Axlen, og i KM parallel Axlen, da LM er alene den nyttige Kraft. KML, KLB og NCB ere ligedanne Triangler, derfor LK : LM $=$ CB : NB, og $\frac{T}{a^3}(aa-xx) : LM = a : x$, og saaledes $LM = \frac{Tx}{a^3}(aa-xx)$. Kaldes HB, b; da bør $\frac{bTx}{a^3}(aa-xx)$ være et storste, eller $aadx - 3x^2dx = 0$, og $x = a\sqrt{\frac{1}{3}}$ eller $a : x = 1 : \sqrt{\frac{1}{3}}$, saa at Cosinus af Inklinations-Vinklen er $\sqrt{\frac{1}{3}}$ af den hele Sinus, hvortil svarer en Inklinations-Vinkel udi Tavlerne af $54^{\circ}44'$.

(*) See *Memoires de l'Acad. de Berlin* An. 1756. *Recherches plus exactes sur l'Effect des moulins à Vent* par Mr. Euler.

Vindens Side-Trykning (*), hvorved Axlen AB (Taf. IX. Fig. 8.) veltes om, forholder sig i Almindelighed til Vinge-Planets CEDF hele Trykning af Vinden, naar den falder perpendikulær ind paa samme, som Kubus af den hele Sinus til Quadraten af Inklinations-Vinklens Sinus i dens Cosinus. Saafremt derfor at den hele Sinus $= 1$, og Inklinations-Vinklen i Vingen imod Vinden er $54^\circ 44'$, eller paa det nærmeste 55°. Da bliver Sinus af denne Vinkel $\sqrt{\frac{2}{3}}$ og Cosinus $\sqrt{\frac{1}{3}}$. Saa at, naar Vindens hele perpendikulære Trykning paa Vinge-Planet $= T$, bliver den Deel af samme, som bevæger Axlen frit om, $= \frac{2}{3}T.\sqrt{\frac{1}{3}} = T.\sqrt{\frac{4}{27}}$ $= \frac{5}{13}T$ paa det nærmeste.

I dette Tilfælde derfor, hvilket vi her ville ansee, som det fordeelagtigste, udregnes let den Kraft af Vinden, hvilken, om Luften altid virkede med lige Tykkelse og Hastighed, drev Axlen om, thi T bestemmes af §. 210, naar Vingernes Størrelse er given, og Vindens Hastighed. Er T fundet, da er $\frac{5}{13}T$ den Kraft, som driver Mølle-Axlen om, og dens Moment $\frac{5}{13}T.HB$, naar HB er Distancen af Tyngdens Center i Vingen fra Axlen.

Figuren af Vingerne (Taf. IX. Fig. 5.) er sædvanlig firkantet af 30 Fods Længde imod 6 Feds Bredde, eller saa omtrent. Egentlig burde man i dens Indretning see paa, at Mølle kunde male baade ved sagte Vind og i Storm. Det sidste kan nogenlunde skee, ved at trække Seilene ind, som ere spændte paa Vingerne. For derimod at iverksætte det første, var det fordeelagtigt, om Seilene

(*) See Anmærkningen til denne §.

lene kunde trekkes ved sagte Vind høiere op paa Vingerne, da derved (Fig. 8.) Linien HB, paa hvilken Kraftens Moment beroer, blev større, fordi Tyngdens Center H kom høiere op. I Almindelighed beroer Seilenes fordeelagtigste Indretning i dette Tilfælde paa det Punkts H større Distance fra Centret af Axlen. Man kan agte, at sædvanlig er den underste Deel paa Axlen af Vingen, *al* nemlig, ikke beklad, for at forekomme de Uordentligheder i Bevægelsen, som Luftens Sammentrykning imellem Møllen og Vingen da i anseeligere Grad vilde foraarsage, end naar Vingerne gjøres, som sædvanlig.

§. 215.

Vind-Mølle med horizontale Vinger.

Ligesom man betiener sig af horizontale Vand-Hiul i Korn-Møllerne, efter det forhen sagte, haver man ligeledes søgt, at gjøre Brug af horizontale Vinger i Vind-Møllerne. I Figur 6 og 7 sees en cylindrisk Axel A, besat med 6 Tver Stokke, som *bcd*, paa hvilke 6 Vinger E (Fig. 6.) ere feiede. Cylindren A kan frit bevæge sig rundt om, naar Vinden falder i Vingerne E. Den endes med en Jern-Stang, som griber ind i den øverste af de neden under liggende Mølle-Stene, og fører den om med sig. Under K kan man forestille sig en Bygning, som kan indrettes efter Behag. Over dens Tømmerverk velter Cylindren A sig om. Oven paa denne Bygning ligger en tildeels hul Ring, udi hvilken den Veg W, som sluter for den halve Deel af Vingerne, kan bevæge sig over Ruller. Saaledes kan Vinden ikke falde uden paa den halve Deel af Vingerne tillige, saa der er ingen Vanskelighed i at forstaae, hvorledes dette Slags Møller kan bli-

ve bevæget. Men da det i Brugen er vanskeligt, at stille dem, og i stærkt Veir at forekomme, at de ei for hastig drives af Vinden, saa foraarsage disse Uleiligheder, at man ei af dem gior stor Brug. De kunne ellers indrettes paa adskillige Maader (*), hvorved vi her ikke vilde opholde os. De kunne og oven til forsyues med et Tag, hvilket kan bevæge sig rundt om med den bevægelige Veg W.

Syt-

(*) See Leupolds *Theatrum Machinarum generale.*

Syttende Forelæsning.

Om de Machiner, ved hvilke Vandet loftes til smaa og maadelige Høider.

§. 216.

At lofte Vandet i Høiden er i mangfoldige Tilfælde høist nødvendigt. Man betiener sig dertil af en Mængde adskillige Maader. Iblant dem kan henregnes den forhen beskrevne, naar Vandet ved sin egen Tyngde og Trykning falder og stiger udi Rør. Men herhid høre i egentligere Mening andre; hvoraf en Deel ere i høi Grad simple, men derfor ikke mindre tienlige. I sær ere her to Tilfælde vel at skille fra hverandre; den ene, naar Vandet ei skal loftes høit; den anden, naar det skal føres høit i Veiret. Til den første, som vi i denne Forelæsning særdeles ville igiennemgaae, kunne henregnes 1) alle de Maader, hvorved Folk simpel hen med Spande eller Skoule kaste Vand ud. Videre 2) simple boiede Rør med ulige Arme (Siphons), hvorigiennem Vandet flyder. 3) Vand-Hiulene. 4) Vand-Skruen. 5) De vertikale, men i sær de inklinerte Pater-Noster-Verker. 6) En og anden Maade, hvorved

hvorved Vandet løfter sig selv. 7) Vandets Løftning ved Central-Bevægelse. 8) Og endelig de Vandets Bevægelser i Høiden, hvilke Luften foraarsager i Machiner, hvilke meer tiene til Fornøielse end Nytte.

De derimod, hvorved Vandet løftes til anseelige Høider, ere i sær Pumpe- og Tryk-Verkerne, skiønt man og i adskillige Tilfælde paa de ovenmeldte Maader kan løfte Vandet temmelig høit, hvilket af deres nøiere Forklaring bedre sees. Vi ville kortelig igiennemgaae det fornemmeste, som i alle disse adskillige Slags af Machiner er at agte.

§. 217.

De simpleste hydrauliske Bevægelser og Machiner forklares.

Naar man ved Folk uden Machine vil løfte Vandet, da skeer det gemeenlig ved lette og ikke meget dybe Spande. De af Læder, tyndt Træe og Kobber ere dertil i sær bequemme. Folkene, for ei at trættes, maa ei rekke dybt, for at tage; ei heller høit, for at øse Vandet af i Renden, som fører det videre fort. Derfor kan paa denne Maade Vandet ei løftes høiere end til omtrent 3 Fods Høide, med mindre man lader Vandet af den første Rende flyde ind i et Kar, udaf hvilket det siden øses paa samme Maade op i en endnu høiere. Hvor Folk nok ere at faae, og man ikke vil giøre Bekostning paa Machinen, eller ikke uden for kort Tid Vand er at øse ud, eller og det skal hastig udøses, er denne Maade meget tienlig, fordi ingen Kræfter eller Tid tabes unyttig. Deslige Spande, som de her omtalte, sees Taf. IX. Fig. 9 og 10.

Man bruger og Skovle, som i Figur 11. Ved dem kan man kaste Vandet længere, saavelsom lidt høiere, og med meer Mageligt

gelighed, end naar man bruger Spande; derimod er i dem Lastens Vegt Stang større. Saafremt de henge, som i Taf. X. Fig. 1, ere de endnu tienligere, fordi Stellagen da bær Tyngden af Skovl og Vand. Ved deslige Svinge-Skovle kan Vandet kastes temmelig høit og langt bort, saa de i mange Tilfælde kunde bruges med Nytte. Deres største Feil er at ved dem meer end den halve Tid tabes unyttig.

Man kan og i deslige Tilfælde betiene sig af store Øse-Truge, saaledes, som let forstaaes af Taf. X. Fig. 2 og 3. A synkes under Vandet, hvilket igien udi B flyder ind i en Rende D. Disse Machiner bevæges udi C med Hænderne. De kunne stilles efter Vandet, høiere og lavere. Det er fordeelagtigt, om Machinens Dele A og B paa begge Sider af Bevægelses-Punktet staae i Ligevegt med hverandre, og endnu meer, om den Ende B, som øser Vandet ud, er noget tungere, end den anden, hvilket af Figurerne strax forstaaes. De kunde og indrettes med en Ventil eller Klap i Bunden, som vel tillader Vandet at flyde ind i A, men ei igien at flyde ud. Man haver Indretninger af Machiner, i hvilke deslige Skovle øse hinanden Vandet til (*) i visse Kummer, men de ere ei saa betydelige, at vi ved dem skulde opholde os.

§. 218.

De saa kaldte Siphons eller Rør med ulige Arme ere bequemme Machiner til at trekke Vandet ud af et høit Vand-Sted ned

Beskaffenheden af bøiede Rør med uligeArme.

(*) See Leupold *Theatr. Hydraul.* Tom. I. Cap. 11.

ned i en lavere Dal, om den imellemliggende Høide ikke er over 30 Fod. For at forstaae dette desto tydeligere, bør følgende agtes.

Er (Taf. X. Fig. 4.) *abc* et bøiet Rør med vertikale Arme, hvilket man forestiller sig som fuldt med Vand, da trykker Luften saavel i *a*, som i *c*, paa Vandet med sin hele Tyngde. Tyngden af Vandet i *ab* tilintetgiør en Deel af Luftens Trykning udi *a*. Tyngden af Vandet i *db* en ligesaa stor Deel af Luftens Trykning udi *c*, naar nemlig $ab = bd$. Følgelig om 1) Armene *ab* og *bd* vare lige store, kunde Vandet ei flyde, thi det blev i begge Armene *ab* og *bd* trykt op efter med lige Kræfter, $A - t$, nemlig, om Atmosphærens Tyngde kaldes A, og Tyngden af Vandet udi *ab* eller $bd = t$.

2) Er den vertikale Arm *bc* længere end *ba*, og Vandets Tyngde udi *dc* kaldes t', da er Atmosphærens Trykning udi $a = A - t$. Udi *c* er samme $A - t - t'$. Trekkes den sidste fra den første, da bliver t' den Kraft, hvormed Luften trykker stærkere i *a* op efter, end i *c*, saa længe som $t + t'$ ei er større, end A. Følgelig maa da Vandet flyde ud i *c*, saa længe, som Enden af Røret *ba* kan naae Vandet udi *a*, og Høiden af *ba* ei er 30′, thi Luftens hele Trykning er saa stor som 30 til 32 Fod Vands over samme Grund Flade, og man gier altid best i, ikke at regne uden paa 30′.

3) Da Vandet saaledes bevæges ud af Cylindren, fordi det kan ansees, som virkelig at falde igiennem *dc*, saa bliver Hastigheden udi *c* den, som kan vindes ved Faldet igiennem *dc*. Man seer dette sidste og deraf, at *dc* er den Høide, til hvilken Forskiel-

len

len af Luftens Trykning udi *a* og *c* virkelig kunde løfte Vandet op efter.

§. 219.

Følgelig kan af deslige bøiede Rør gjøres adskillig Brug, som vi her kortelig ville igiennemløbe. Mekanisk Brug af Siphons.

1) Man kan, som vises i Figur 5, ved dem føre Vandet, som før sagt, fra Vand-Steder A over Bierge eller Høider B, der ikke overgaae 30′, til andre nedrigere Platser C. Men Rørene maa være meget tette, at Luften ei igiennem dem brekker ind, og de maa først gjøres Luft-frie. Den sikkerste Maade er ved at legge en Art Luft-Pumpe D an udi *c*, for ved den at tømme Røret for Luft. Eller og man legger to Haner udi *a* og *c*, hvorved man kan aabne og lukke for Rørene, imidlertid at igiennem en Aabning, giort udi *b*, Vand øses ind oven fra i begge Rørene, saa længe til de blive fulde, da derpaa Aabningen i *b* vel lukkes, og Hanerne udi *a* og *c* aabnes, saa Vandet kan flyde. Vi regne her ikke uden paa en Høide af 30′, fordi Vandet fører en Deel Luft med sig, som kunde samle sig i større Høider oven i Røret, og derved forringe Luftens Trykning i A.

2) Deslige Rør kunde bruges, for at føre Vandet fra Vand-Steder, der ligge høit, til andre lavere, naar mellemliggende Høider ei tillade, at føre Vand-Rørene paa den sædvanlige Maade, fordi Bierge skulde giennemgraves. I dette Tilfælde kan man, ved Hielp af et saadant Rør med ulige Arme, faae Vandet til at flyde over Bierget ned i et stort Samle-Kar, eller et ved Kunsten indrettet Vand-Sted E, hvilket maa ligge lidet lavere, end det Vand-Sted, hvorfra Vandet trekkes. Fra dette Samle-Kar kan Vandet

igien ved Rør *n* henledes paa endnu lavere Steder, og der anvendes til Spring-Vande, og hvad anden Nytte som man selv behager. 3) Vil man have Vand aftappet oven paa Biergene, da kan det ikke skee ved at aabne Røret der umiddelbar, siden man strax seer, at Luften maatte oven til brekke ind, og derved forvolde, at Vandet ei meer flød i Rørene. Saafremt derimod, at man oven i *b* vilde sætte en Pompe i Røret, kunde Vand idelig pumpes af det, til Brug paa høie Steder. Disse Pumper, som vi i det følgende kalde Sue-Verker, skulle siden blive forklarte. Man kan desuden endnu giøre en og anden Brug af dette Slags Rør, som vi kortelig skulle tale om, naar vi handle om Vandets Løftelse til smaa Høider ved Luften.

§. 220.

Om Vand-Hiulene, som øse Vander ud i Peripherien.

Vand-Hiulene ere to Slags. De, som øse Vandet ud i Peripherien, og de, som øse Vandet ud i Centret eller Axlen af Hiulet. De første have til største Deel den Feil, at de spilde meget af deres Vand, saa at alle de Kræfter anvendes unyttig, som høve denne Deel af Vandet i Veiret, hvilket er en høist betydelig Feil. De forevises Taf. X. Figur 6 og 7, hvor man seer (Fig. 6.) Spændene *a* satte ind imellem to stærke Ringe B i Peripherien af Hiulet. I at indrette disse Spande, maa sees paa, at Luften frit kan flyde ud, alt som Vandet flyder ind i dem; og at Vandet ikke i betydelig Mængde tabes af dem under Omveltningen, før de øse det ud i Renden. Man finder i det Leupoldske Theater (*) Indretninger af Spande, som ere dertil tienlige.

Saa-

(*) Anførte Sted Kap. III.

Saafremt Spandene henge frit efter Vertikalen, som i Fig. 7, da tabe de ei meget Vand, men øse det først ud, naar de stede an paa Stokken o, strax oven over Renden R. De Spande, dertil bruges, sees i Taf. X. Figur 8. Dette Slags Hiul er ulige nyttigere, end de forrige, hvor man ved Dyr eller Mennesker vil sætte dem i Bevægelse, hvilket de fleste Tider behøves ved staaende Vande. Saafremt derimod, at de tillige ere Vand-Hiul, en Strøm driver, som i Fig. 6 og 7, og Strømmen haver overflødige Kræfter, seer man ei saa nøie paa, om noget af Vandet og Kræfterne tabes unyttig. Gjøres de derimod til at drives med Træde-Hiul, saaledes, som i Fig. 9 ved N, da er det heist nødvendigt, at Kræfterne ikke arbeide forgieves; thi Kraftens Vegt-Stang bliver da lettelig mindre, end Lastens.

§. 221.

Om de hollandske Vind-Møller, som male Vandet bestandig ud af sumpige Marker.

Man kan bevæge disse Hiul, efter det forhen sagte, som Vand-Hiul, og med Træde-Hiul. Man kan og sætte dem i Gang ved Vinden, ved hvilken Leilighed vi kortelig ville beskrive et Slags af de i Holland brugelige Machiner, for at øse Vandet ud af moratsige og lave Steder, saa tidt som Affald kan faaes strax i Nærværelsen. Man seer en saadan Machine i Taf. IX. Figur 12. A er en stærk vertikal Stolpe, om hvilken udi B og *b* Melle-Axlen er bevægelig, ved Hielp af en saadan Tømmer-Forbindning, som den, Figuren viser. D er en Vinge, som findes meer i dette, end i andre Slags Machiner, paa hvilken naar Luften støder, dreies Machinen af sig selv, saa at Axlen C kommer til at ligge udi Vindens Direktion. Paa Axlen er anlagt et Vand-Hiul E, besat i

Peripherien med Spande, paa den nylig forklarte Maade. Disse Spande fylde sig ved Axlens Omvelning med Vand udi G, og øse det igien ud udi F. G er ellers en cirkulær Sumpe, dertil dybt udgravet udi G, at Vandet desto bedre kan samle sig omkring Vand-Hiulet. Vandet øses paa denne Maade uophørlig ud, saa tidt som Vinden blæser, uden at Machinen behøver et eneste Menneskes Opvartning. Man kan med nogen Forandring paa samme Maade anvende i dette Slags Machiner til Vandets Udøsning Pompe og Pater-Noster-Verker, hvilke i det følgende blive forklarte (*).

§. 222.

For at udregne den Kraft, der behøves til at bevæge et Vand-Hiul, udfordres intet andet, end at vide, hvad Vandets Tyngde er i enhver af Spandene, hvilke bør antages at være lige store. Ere de desuden i alle Quadranterne af Hiulet hengte paa den samme Maade og Vandets Vegt i en Spand, er T, Kraften, som driver Hiulet i en Direktion perpendikulær paa dets Halv-Diameter, = K, da bliver (Taf. X. Fig 7.) $2T.(ca + cb + cd + ce) = K.fc$; naar man nemlig ikke seer paa Rivningen, hvis Modstand kan beregnes paa de forhen ofte forklarte Maader. Drives Hiulet af Vand, hvis hele Trykning er T, da bør være $K = \frac{4}{9}T$. Den hele Mængde Vand, som Hiulet kan løfte op i Renden R udi en vis given Tid, er bekiendt af Strømmens Hastighed i det Tilfælde, da intet Vand spildes, og Bevægelsen i Hiulet er paa sit fuldkommeste. I andre Tilfælde maa Hastigheden af Hiulet først bekiendtgiøres.

§. 223.

(*) See desangaaende Belidor *Architect. Hydraul.* Tome II. Liv. 3. Chap. 2.

§. 223.

De Hiul, som øse Vandet ud i Centret eller Axlen, som Taf. X. Fig. 9, hvis Igiennemsnit og Vand-Kanaler sees i Fig. 10, løfte Vandet ikke uden halv saa høit, som de forrige, i hvilken Henseende de og ere slettere, end de; thi for at løfte Vandet til samme Høide, behøves, saa tidt man vil bruge dem, en tungere og vidtløftigere Machine. *a* er en af Aabningerne, igiennem hvilke at Vandet flyder ind; *b* de, igiennem hvilke det igien flyder ud af Axlen i den paa Siden liggende Rende. Den ulige Pression, som Vandet yttrer, alt, som det falder nærmere og nærmere ind imod Centret, er ikke just den sterste Feil, som denne Machine haver, thi samme kan hæves ved at giøre Krumningen af Kanalerne (Fig. 10.) i Form af de Linier, i hvilke Cirklen, som er Bom udi Hiulet, udvikler sig (ex evolutione Circuli genitas), thi da seer man strax, at Vandets perpendikulære Trykning paa Kanalerne yttrer sig overalt efter Linier, der ere Tangenter paa Cirklen A udi Bommen, hvoraf følger, at Vandets Pression falder bestandig perpendikulær paa Hiulets Halv-Diameter.

Om de Vand-Hiul, som øse Vandet ud i Centret.

§. 224.

Vand-Skruen (Taf. X. Fig. 11.) er en af Alderdommens artige Opfindelser, optænkt af Egypterne eller af den store Archimedes. Skiønt man kan udrette det samme ved meget simplere og mindre kunstige Machiner, er den dog et af de Verk-Tøi, som bruges meget og med Nytte, naar Vandet ikke skal løftes høit. Den bestaaer af en Kanal, i Form af en Spiral *abcdef*, som er vunden omkring en Cylinder, paa samme Maade, som Skrue-Spiralens, hvilken vi have beskre-

Vand-Skruen forklares.

beskreven §. 214 — 216 Statik Forel., og som her kan igientages (see Taf. XI. Fig. 2.). I denne Machine synes det, som om Vandet idelig steeg, da det dog flyder hele Machinen hen efter, og endelig oven ud af den hele Spiral, fordi det idelig falder. Thi ved Omveltningen skeer, at det Punkt, som stod høist, bliver idelig lavere, og at det, som stod Horizonten nærmest, kommer idelig høiere op over den indtil en vis Høide, da det igien falder. Men paa det at dette kan skee, udfordres, at Vand-Skruen maa ligge inklinert imod Horizonten, og man beviser (*), at (Taf. XI. Fig. 1.) Vinklen

(*) Angaaende Forholden imellem Vinklerne *man* og *hal* kan agtes, saavelsom i Henseende til Vand-Skruen i Almindelighed, 1) at naar et Punkt o ansees i en af Skrue-Giængerne, som det høieste over Horizonten, *p* i samme som der laveste, og paa den anden Side igien af *p* det Punkt *q*, som at være lige høit over Horizonten med det Punkt o, da staaer Vandet paa begge Sider af *p* imod *q* og o til lige Høider i Skrue-Giængen, og fra o til *q*, om Vandet kan naae Rørets underste Aabning paa Spiralen, naar samme staaer i det høieste Punkt o. Da derfor ved en heel Spiral-Giænge forstaaes den Deel af Spiralen, som svarer til Omløbet af en heel Cirkel (i Fig. 2 *am*, som svarer til *an*), saa er det alene den Deel *opbq* af Spiral-Giængen, som paa engang kan være fyldt med Vand, i *oa* flyder det ned efter, og over *qc* kan det ikke stige.

2) Forholden imellem Vinklerne *hal* og *man* bestemmes saaledes. Til et hvert Punkt i en Spiral Giænge *abc* svarer et Punkt i den cirkulære Grund-Flade, naar fra dette Punkt *q* for Ex. en Linie *qs* trekkes parallel Axlen, og den Perpendikel *qx* kastes ned paa Horizontalen *lg*, da bliver $qx = qv + vx = qv + (\text{Fig. 2.})\ sq$. Af Buen *abs*, som vi ville kalde A, er *sq* bekiendt, $= \frac{sA}{c}$, men af *sq* igien $qv = \frac{C\,sA}{c}$. Sættes Halv-Diametern til Cirklen *bas* = 1, da bliver den Linie *sy*, som

Vinklen *hal* imellem Horizonten og Diametern af Cirkel Grund-Fladen maa være større, end den Vinkel *man* (Fig. 2.) hvilken Tangenten til en af Spiral-Giængerne gior med Tangenten af den Cirkel, som er parallel Skruens Grund-Flade.

Fordi

som nemlig gaaer fra *s* parallel med Diametren *ba* paa Rore-Punktet $= 1 \pm x$, om ved x forstaaes Sinus af Buen A eller *bc*. Saaledes bliver $sz = vx = S.(1+x)$ og $qx = \frac{C.sA}{c} + S.(1+x)$.

Deraf bestemmes det høieste Punkts o Høide over Horizonten, thi til det skal qx være et største, og $\frac{Cs}{c}dA + Sdx = 0$, men dA er et Element af Cirklen, hvis Abscisse x regnes fra Centret, saa $dA = \frac{-dx}{\sqrt{1-xx}}$, følgelig bliver $\frac{Cs}{c\sqrt{1-xx}} = S$, og $\pm\sqrt{1-xx} = \frac{Cs}{cS}$, hvilket er Sinus til Buen *b*T, som fra det høieste Punkt af at regne i Cirkel-Grund-Fladen, svarer til det høieste Punkt o over Horizonten i Spiral-Giængen *abc*. Hvoraf videre sees, at saa længe, som Vinklen *hal* er mindre, end *man*, bliver $\frac{S}{C}$ mindre end $\frac{s}{c}$, og $\pm\sqrt{1-xx}$ større end den hele Sinus, hvilket er umueligt. Blive derimod begge Vinklerne lige store, eller $\frac{S}{C} = \frac{s}{c}$, er $\pm\sqrt{1-xx} = 1$, hvilket viser, at det høieste og laveste Punkt i Spiralen da er et og det samme; de falde nemlig begge sammen med det øverste Punkt i den cirkulære Grund-Flade. Hvoraf videre følger

a) At da først blive det høieste og laveste Punkt adskillige, naar $\pm\sqrt{1-xx}$ bliver mindre, end en,

Fordi *hac* er en ret Vinkel, bliver $hal + cag = 90°$. Vandet, som løftes, ligger derfor over et inklinert Plan *ae* den Kraft, hvormed det søger at flyde ned efter Planet, bliver TC, naar ved T forstaaes Vandets hele Vegt, hvis Tyngdes Center ligger

---

b) og at begge disse Punkter falde da fra *b* og *a* af hen efter Buen *bTa* at regne i lige store Længder; thi Sinus og Cosinus til disse Buer er første bekræftende, siden negtende.

c) Jo mindre derfor Vinklen *man* er, og jo større Vinkten *hal*, desto meer Vand maa kastes ud hver Gang ved Vand-Skruen.

d) For at bestemme den Mængde Vand, som Vand-Skruen i enhver given enkelt Bestemmelse af Vinklerne *hal* og *man* kan kaste ud, maa Forholden bestemmes af de innere Rum i den hele Skrue-Gienge *abc*, og den Deel af samme *opq*, som saaledes kan staae fuld af Vand, at det tillige ved Omveltningen kan falde, og derved stige op efter. Man seer strax af Fig. 2, hvor *am* forestiller en heel Skrue Gienge, at Forholden imellem *abc* og *opq* er den samme, som den, der er imellem den hele Cirkel-Peripherie, og den over samme til Stykket *opq* svarende Bue *Ts*. Saa alt kommer an paa at finde denne Bue, fordi det Vand, som kan rummes i den hele Spiral *abc*, let gjøres bekiendt.

Da Sinus til Buen A eller til *bo* er bekiendt, fordi $\frac{Cs}{Se}$ er given i enkelte Tilfælde, saa er denne Bue selv derved ligeledes bekiendt, og det dobbelte af Buen A er den Deel af Cirkten, som bør ligge over Vandet, imidlertid at det øvrige af den er nedsynket under samme.

Videre, fordi til Buen A eller det Punkt o svarer den vertikale Høide $\frac{CsA}{e} + S.(1+x)$, i hvilken Værdie alle Størrelserne ere givne, saasnart som A betyder den Bue, der svarer til det høieste Punkt, og kan derfor sættes saa stor, som en anden bekiendt Størrelse, *b*. Siden da at Vandet stiger til et andet Punkt ligesaa høit, men som ikke

er

ligger over *ae*, og C er Cosinus til Inklinations-Vinklen *hal*, hvis Sinus er S. Skal denne Tyngde overvindes i *f* af en Kraft, hvis Direktion er parallel Skruens Grund-Flade eller Linien *an* i Taf. XI. Fig. 2. Da om Sinus til Vinklen *man* = *s*, sammes Cosinus *c*, bliver $c : s = TC : \frac{sTC}{c}$, hvilket er Størrelsen af den Kraft, som behøves udi *f* paa Vand-Skruen, til at staae udi Ligevegt med Vandets Tyngde, som løftes.

Man gier ellers Brug af to Slags Vand-Skruer. I det ene er en Blye-Cylinder i Spiral vundet omkring en større Cylinder, saaledes, som man seer i Taf. X. Fig. 11. I det andet, hvilket er bestandigere og bedre, trekkes først det spirale Træk rundt om Cylindren, siden sammenføies rundt omkring i samme saa mange Stykker Bredder, som behøves, for at beklæde den hele Spiral rundt om. Disse Stykker, som sees i *a* Fig. 13 og i Fig. 14, sammenføies meget neie, og forsynes vel med Beeg, da Vand-Skruen saaledes bliver af den Dannelse, som i Fig. 12. Den saaledes indfattede Spiral bedekkes rundt om med neie sammenføiede og i Sammenføiningerne vel forsynede Bredder, saaledes, som det forevises udi Fig. 14.

Man

er det høieste, saa maa, for at finde denne Bue, sættes $\frac{CsA}{c} + S.(1+x) = h$, og Buen A deraf bestemmes, som da bliver *abs*, der svarer til det Punkt *q*, som staaer ligesaa høit fra Horizonten, som o, saa at saaledes Forskiellen imellem denne sidste Bue, og *Ta* er den søgte Bue. Man kan ellers desangaaende efterslaae Daniel Bernoulli Hydrodynamik Sect. 9.

Man kan bevæge Vand-Skruen med en simpel Haand-Vinde, saaledes, som i Fig. 11. Forlænger man Cylindren, som Spiralen er omvunden, og sætter paa den øverste Ende af den en Drift, udi hvilken et Kam-Hiul kan gribe, da forstaaer enhver selv let, at man kan giøre Indretningerne saaledes, at Vand-Skruen saaledes tillavet kan bevæges ved Heste, og endnu paa andre Maader, hvilke i Theatris Machinarum i Mængde findes udkastede.

§. 225.

En Art Pater-Noster-Verk, som ofte er fordeelagtigere, end Vand-Skruen.

Vand-Skruen giver ikke bestandig Vand under den hele Omveltning. En Feil, hvilken altid er betydelig i de hydrauliske Machiner. I Henseende paa den, saavelsom paa den ulige lettere Bygnings-Maade, giør man med Feie meer Væsen af det inklinerte Pater-Noster- eller Skovle-Verk, hvilket i Grunden ikke er adskilligt fra Vand-Skruen, da begges Sag er at føre Vandet i Høiden, ved Hielp af et inklinert Bret. Det inklinerte Skovle-Verk er og i sig selv en meget simpel Machine, som forestilles Taf. XI. Figur 3. AB er et inklinert Plan, sammenføiet af stærke Bredder, og tilbørlig understøttet, saa det ligger aldeles fast. I dette Bret udi tvende Huller, eller og uden for det ved begge dets Ender legges to Cylindrer, som kunne velte om deres Axler. En af dem sees udi Figur 4.

Cirklerne i deres Grund-Flader inddeles efter Siderne af en regulær Figur, fra hvis Kanter Linier trekkes parallele Axlen af Cylindren, i de efter disse Linier giorte Fordybninger festes perpendikulære Bredder *a*. Distancen imellem disse Bredder, nemlig DE, (Fig. 3.) er saa stor, som den, man vil have at der skal være imellem

imellem hver to af Skovlene *b*. Thi man forstaaer strax af Fig. 3, at, i det Cylindrerne C veltes om, gaaer Kieden uden Ende, som Skovlene hefte ved, ligeledes om. Dens Leed legge sig under Omveltningen et efter det andet an udi DE, hvorved Bevægelsen gaaer overmaade let for sig. Midt paa disse Leed ere Skovlene festede saaledes, som det forevises i Figur 5. De gjøres af Træe, og hefte i hverandre, ved Hielp af simple Stifter, hvilket let forstaaes ved at kaste Øinene paa Figur 6. *r* og *n* ere (Fig. 3.) to Side-Bretter, som udgiøre en Rende; imellem dem bevæge Skovlene sig villig, hvilke derfor ikke maa gjøres af tert Træe, at de ei qville ud. Man forstaaer deraf strax den hele Bevægelse. Staaer Vandet til den Linie *ed*; da fylder Rummet sig imellem hver to Skovle, i det de gaae igiennem Vandet, hvilket derpaa ved Cylindrernes og Kiedens Omveltning føres idelig høiere og høiere op efter Planet, for omsider at flyde ud udi G. Fordi Skovlene gaae villig, forstaaer det sig selv, at noget af Vandet flyder tilbage, saa de Kræfter tabes, hvilke paa dets Hævning anvendes; Men derimod er Rivningen ubetydelig; og om noget gaaer til Skade, er det paa Øieblikket hiulpet, fordi man bør have Skovle og Kiede-Leed liggende i Beredskab, som det er et Øiebliks Sag, at hefte til Resten af Kieden. Denne Machine bliver derfor unegtelig i Brugen altid en af de meget vigtige og mindst bekostelige hydrauliske, hvor Vandet ei skal løftes uden til smaa Høider.

Gjøres disse Machiner smaa, da bevæges de ved simple Haand-Greb, føiede til Enderne H, af Cylindrernes C Axler. Ere de derimod store, da drives de gemeenlig om med Heste. Man seer af denne Bevægelses Maade et Udkast udi Fig. 7 og 8, hvor

A er, som før, Renden af det inklinerte Skovl-Verk, C er Cylindren med indlagte Bretter, som før; den ligger uden for Brettet A, og Skovlene bevæge sig siden ned under A til den anden Cylinder. Paa den første Cylinders Axel F over Vandet er anlagt Driften B, udi hvilken sidste Takkerne af Kam Hiulet D gribe ind. Axlen F velter om Tapperne *e*. I Fig. 8 er M en fast Tømmer-Stellage, uden omkring Kam Hiulet, paa hvilken at Heste kan gaae og trække ved Hielp af Stangen *n*, uden at Kam-Hiulet derved bliver hindret i sin Bevægelse.

§. 226.

Hvorpaa disse Machiners Fuldkommenhed beroer.

Da disse Machiners Fuldkommenhed beroer paa, at Kraften, som ved dem anvendes, alt for Resten lige, giør sin største Virkning, saa bør Planet være inklineret under $24\frac{1}{2}^{\circ}$, efter §. 69 Hydrost. For. Da det desuden er tillige af Vigtighed, saaledes at indrette Machinen, saa Rummet imellem hver to Skovle staae saa fuldt af Vand, som de øvrige Omstændigheder det tillade, saa er hver to Skovles Distance noget i sær betydeligt udi disse Machiner. For at forstaae dette saa meget desto bedre, kan Figur 9 eftersees. I den forestiller AB det inklinerte Bret *ab*, *ef*, *cd* Igiennemsnittet af Skovlene. Stode hver to Skovle saa langt fra hverandre, som *ab* og *cd*, da, efterdi Vandet altid staaer efter Horizontalen *ad*, blev i denne Stilning det hele Rum *adc* ledigt. Stode de derimod saa nær ved hverandre, som *ab* og *fe*, blev ikke uden det Rum *ane* ledigt. En større Mængde af Vand bliver derfor i sidste Tilfælde løftet, end i første, hvoraf skulde flyde, at Skovlene skulde staae hverandre meget nær. Men da her atter igien den Ulei-

ighed

lighed møder, at de selv vilde fylde ligesaa meget i Renden, som det Vand, de føre, og Leddene i Kieden desuden maa have en anseelig Længde, for at kunde legge sig an over Stokkene af Cylindrene, saa antager man i Brugen, som den fordeelagtigste Forhold imellem ab og bf, eller Høiden af Skovlen og Skovlernes Distance, naar $ab = bf$.

Ved at rykke Skovlene saaledes nærmere sammen, vindes endnu en anseelig Fordeel i Henseende til de bevægende Kræfter. Thi efter §. 68 Hydrostat. Forel. maa Kraften ei alene overvinde den Tyngde, hvormed de faldende Ting simpel hen glider ned efter Planet, men endog desuden den Trykning, som Vandet meer udøver paa Skovlen ab, end paa ef. Følgelig jo længere ab og ef staae fra hinanden, desto meer Kraft maa anvendes, for at løfte den samme Mængde Vand.

Deraf sees strax, hvad Kraft man behøver, for at holde Ligevegt med Vandets Modstand over det inklinerte Plan. Kaldes Forskiellen af Trykningerne paa hver to Skovle F. Den Deel af Vandets Tyngde imellem to af dem, som glider ned efter Planet T; da er Modstanden af Vandet, som findes imellem hver to af Skovlene $F + T$, og naar Antallet af deslige Rum, som tillige hen efter Planet ere fyldte med Vand, kaldes n, da bliver $n.(F+T)$ den hele Modstand, som skal overvindes. Sættes Machinen i Bevægelse ved Mennesker eller Dyr, da, naar saaledes den absolute Kraft, som maa anvendes, er blevet bekiendt, kan Hastigheden af Bevægelsen bestemmes efter § 264, 265 Mek. For., og deraf igien den Mængde Vand, som Machinen i en given Tid kan øse ud.

§. 227.

§. 227.

De vertikale Pater-Noster-Verker beskrives.

De vertikale Pater-Noster-Verker sees udi Fig. 10. A ere med Haar udstoppede Lær-Kugler, sammenfeiede med Jern-Kieder. Figuren viser udførlig, hvorledes de bevæges omkring D og B, igiennem Røret C, for at øse Vandet, under hvilken de gaae saa dybt som *ab*, ud udi L. I Steden for Lær kan ei bruges Træe, thi det qviller ud og tørres igien, hvilket foraarsager i det første Tilfælde en stor Rivning, i den sidste at meget Vand spildes. Cylindren B er forsynet med Jern-Horn *n*, hvoraf en sees udi P. I Almindelighed er det den største Feil i disse Verker, at der gaaer let Mangel paa dem, imod at de vanskelig repareres eller udbedres, i fær, om de skulle hente Vandet dybt neden fra og løfte det høit op igien. De bruges derfor heller ikke gierne i dette sidste Tilfælde, skiønt man ved dem kan løfte Vandet temmelig høit. Kuglerne kunne sættes fra hverandre om den Dybde, som Cylindren staaer under Vandet til. Da de bør gaae meget villig, tabes noget af Vandet. Den Kraft, der behøves til at bevæge Vandet, nemlig over lige Vegt-Stangs-Arm med Lasten, er Tyngden af det Vand, som Cylindren C paa engang kan rumme, det, hvad Lær-Kuglerne i den rumme, fraregnet.

De bevæges gemeenlig med Haand-Vinder, ved Heste, paa samme Maade, som Spande-Verket i Fig. 11; som Vind-Møller, ved Vinger, lagte ind paa Axlen B; og endnu paa adskillige andre, som man deels kan finde i Theatris Machinarum, deels selv optænke. Den her (Fig. 12.) viiste Maade, at bevæge dem paa, ved Hielp af et horizontalt Vand-Hiul, kan være tienlig paa Landet, hvor en Aae eller Bek er strax i Nærværelsen, for at

løfte

løfte Vandet til Brug i Husholdning og Have. Man kan og, i Steden for Pater-Noster-Verk, simpel hen betiene sig af smaa Kiedler eller Potter, hengte i en Kiede, saaledes, som Figuren viser.

§. 228.

Saavelsom Spande-Verkerne.

Med disse Verker ere Spande-Verkerne saaledes naturligviis forbundne; men da de buldre meget, bruger man dem ikke gierne. Deres Adskillighed bestaaer fornemmelig i Forskiellen af Spandene, som løfte Vandet, hvoraf man seer et Slags i Fig. 11. Men da de fleste Slags af disse Spande have den Feil, at de tabe en Deel af deres Vand, saasnart de begynde at legge sig an over Axlen, saa er den Leupoldske*) Art af dem i Fig. 13, hvoraf een i større Teigning forevises i Fig. 14, frem for andre i Brugen tienlig. Disse Spande gieres med skraae Klap foran, som fanger det heldende Vand, at det ei flyder ud, og Siden B er forsynet med en Ventil, der falder fra Aabningen, hvilken den dekker, naar Spandene gaaer ledige ned, saa Lusten derfor frit kan gaae ud, naar de gaae under Vandet, og dermed fyldes; da dette derimod falder for og lukker Ventilen, naar de gaae fulde op efter. Angaaende Cylindern A, hvorom de væltes, kan kortelig agtes, at den bør være rund, og ikke firkantet eller sexkantet, som den sædvanlig tegnes; thi Kiederne, hvorved Spandene hæftes sammen, maa over de kantede Figurer nødvendig stærk spendes, fordi begge Kieder med den hele paa dem hængende Last maa staae længere fra hinanden, naar de findes over Diagonalerne, end naar Kieden

*) Theatr. Mach. Hydraul. erster Theil Cap. 6.

Kieden imellem dem falder lige over Siden; hvorved det og skeer at Kiederne let brekke, og at i disse Verker idelige Forbedringer behoves; jo mindre kanted Arlen er, desto meer. Angaaende Maaden at bevæge; da forstaaes den let af Fig. 11. og af det, som vi desangaaende allerede have sagt i de næstforrige Maskiners Beskrivning.

Atten-

Attende Forelæsning.

Fortsættelse af det foregaaende.

§. 229.

Iblant de meget sinderige hydrauliske Maader at løfte Vandet op efter paa, bør de med al Fleie henføres, ved hvilke et Vand, som flyder i saa liden Mængde til, at det ei kan bevæge et Vandhiul, desuagtet er i Stand til at løfte en Deel af sig selv til maadelige, og om man vil, endog til temmelig anseelige Heider. Man betiener sig i disse Henseende af Vandet paa en dobbelt Maade. Den ene behøver en temmelig Dybde til Frafald, og i den en Grund, som trekker Vandet i sig, eller i den Sted en Dal med Afløb. Den anden ikke uden en liden Skakning til Vandets Afløb. Vi ville først beskrive den første, som den ældste og simpleste.

Methode at lade Vander løfte sig selv op efter.

Første Maade.

Tab. XII. Fig. 1. foreviser een af de letteste Maader, hvorpaa dette kan skee ved Hielp af tvende Spande A og B af den Beskaffenhed, at naar begge ere fulde af Vand, er A tungere end B; saasnart derimod som deres Vand er udest, og de igien ere ledige, er A lettere end B. Er E et Kar som Vand idelig flyder i, og af hvilket en Deel igien flyder ud udi *c*, og fylder A, da saasnart denne sidste er blevet fuld, synker den, og B stiger saalænge til Jernet *a* stø-

der an i *d*, da B derved veltes, og øser sit Vand ud i *b*, men i samme Øieblik som dette skeer, støder Jernet *n* i Spanden A ligeledes an neden til, øser sit Vand ud, bliver lettere end B, hvilken derfor igien synker, falder ned i Vandet udi E, for atter igien at løftes af A, som før. Paa denne Maade stiger B til samme Høide, som dens Dybde er, ned efter hvilken A falder, naar nemlig Snorene, som holde A og B, gaae begge over den samme eller lige store Cirkler af den Axel, som tillige med dem velter om. Ligge de derimod an, A over en mindre Cirkel eller Skive paa Axlen, B paa en større F; da stiger B til en saa mange større Høide end den Dybde A falder til, som Diametern af F er større til end den anden Diameter, men Tyngderne i A og B, saavelsom deres invendige Rum maa derefter proportioneres.

Vi forklare her ikke uden Hoved-Ideen af denne Maade at løfte Vandet paa; som haver givet Anledning til andre fuldkomnere Maskiners Indretning *).

§. 230.

Det samme anderledes.

Tab. X. Fig. 15. foreviser en Maskine af samme Princip og Art som den næst forrige **). Man seer nemlig i C et kortere Spande-Verk, i D et længere, begge i en Kiede uden Ende, og anlagte

*) See desangaaende Leupold anf. Sted Cap. 7. Angaaende den ældste Idee af disse Maskiner given af Hieronymo Fincigio; og Schots Hydraulica Pneumat. saa og Belidor. Architect. Hydrauliqve Tom. 2. Liv. 4. Chap. 1. om den Engelske Maskine af Bucket.

**) Memoires de l' Acad. des Sciences 1690. den er bekiendt under det Navn af Maskinen af Francini.

lagte over Cylindern A, som kan velte om to smaa Tapper i Tømmer-Stellagen, hvilken let forstaaes af Figuren. B er en Kasse eller Steen-Kiste i hvilken Vand samles, som idelig flyder ind i den igiennem Røret E, men igien ud af den i Spandene af Spande-Verket D, som giøres oven i aldeles aabne, og bredere oven end neden til, at Vandet kan flyde oven af de øverste, naar de ere bleven fyldte, ned i de nederste. Ved dette Vands Tyngde synker Spande-Verket D, hvorved hele Maskinen sættes i Gang. Spandene i Spande-Verket C, som derved en efter anden synkes ned i Vandet udi B, fylde sig med Vand, hviket de igien øse ud igiennem en Aabning paa Siden i et Kar L. Af denne sidste Aarsag ere de overalt lukte undtagen i *o*, hvor de ere forsynede med et Rør, igiennem hvilket de fylde sig. Al Resten er let forstaaelig af Figuren uden videre Beskrivning. F er et Rør, som stiger ned igien fra Karret L, ved det føres Vandet videre, hvorhen man vil.

§. 231.

Den anden af disse Maader at lade Vandet løfte sig selv op efter paa forestilles i Tab. XII. Fig. 2. O forestiller en Rende, igiennem hvilken Vand flyder ind i et Kar C. Fra dette Kar løber et Rør D ind i en meget tæt og overalt vel forvaret Vand-Kiste AB, udi hvilken er en bevægelig Bund E, som skydes op efter af det neden under samme indflydende Vand, hvis Pression er som Grundfladen E i Høiden CD §. 27. Hydrost. Forel. Bunden E maa gaae meget vilig og dog slutte neie i Karret. Denne bær Rystningen FG med Skruen H, hvilke tillige med den gaaer op efter, og løftes af Vandet under E. I og K ere to Kar fulde af Vand, som kan flyde af det ene af dem i det andet igiennem Røret L. Gaaer Skruen H

Anden Maade.

opad, da løftes tillige I, og saasnart som IK er løftet over Horizontalen, flyder Vandet fra I ned i K, hvorved Enden K begynder at synke, da tillige med den Stangen S falder ned efter ved Trykningen udi *b*, hvorimod Stangen R gaaer op ad, naar I støder an udi *a*.

M er et Kar, op i hvilket Vandet skal løftes. Fra det gaaer tvende Rør N og P. Igiennem det første trykkes Vandet op i M, naar Bundstykket E igien bevæger sig ned efter. Igiennem det andet P flyder derimod Vand oven ind i AB, og trykker udi NN paa et bevægeligt Bundstykke som E, men mindre. Q er et Rør, igiennem hvilket, naar E stiger, det overflødige Vand kan flyde ud af AB. I *f*, *e*, *h* og *g* maa man forestille sig som Klappe eller Ventiler, der snart kunde falde for og lukke Rørerne, snart igien falde fra og aabne dem, saa Vandet snart kan flyde, snart igien ikke. Disse Klapper sættes udi T og V udi Bevægelse af Stængerne R og S, hvoraf hele Maskinens Bevægelse saaledes forstaaes.

Først flyder fra C Vandet ind under E igiennem Røret D, hvorpaa E med den hele paa den hvilende Rystning stiger tilligemed Karrene I og K. Tyngden af E og af alt det, som over den er anlagt, er paa det nærmeste af samme Størrelse, som Pressionen af Vandet under E. Naar K falder med Stangen S, og den Stang R stiger, da aabnes Ventilerne i *h* og *g*, men de i *e* og *f* lukkes. Trykningen af Vandet i Røret D paa E er derved hævet. Vandet flyder ind fra M igiennem P, og trykker Bunden NN ned ad med den Kraft, som svarer til Høiden over P og den Grundflade NN. E trykkes saaledes ned af denne Vandets Pression og af al den over E hvilende Tyngde, hvilken efter det forhen sagte er saa stor som Vandets Trykning paa E op efter Røret D. Ved begge disse Kræfter stiger

Vandet

Vandet udi Røret N, og øser sig igien ud i Karret M. Men i det E falder løftes igien K, saa Vandet flyder atter igien over i I, hvilken derved falder med Stangen R, og aabner Ventilerne udi *e* og *f*, hvorpaa Vandet fra D igien flyder ind under E, som stiger. Vandet over NN jages derpaa ud igiennem Røret Q, og Bevægelsen vedvarer saaledes immerfort paa samme Maade.

Dette er Hoved-Ideen af denne Bevægelses-Maade. Man kan angaaende Delenes Forhold endnu kortelig agte; at naar man vil løfte Vandet til en vis Høide 20 Fod, for Ex. saaledes, at en given Deel af det beholdes til Brug og Afflod udi Karret M, for Ex. Halvdelen. Da maa Størrelsen af Bundene i N og E, saavelsom af de største Rum, hvilke over og under dem Vandet opfylder, derefter proportioneres. Skal nemlig det halve Vand blive i M, da maa Rummet over N ei være uden det halve af Rummet under E. Er Høiden af det i Røret D trykkende Vand for Ex. 10 Fod, og Vandet skal i N løftes til 20 Fod, da siden Trykningen af Tyngderne, som tynge paa E, kunde føre det 10 Fod i Høiden, bør Trykningen af Vandet udi P kunde løfte det andre 10 Fod op efter, saa at derfor Qvadrat-Indholden af X maa forholde sig til den af Bundstykket E som 1 : 2, fordi Vandets Pressioner ere som Grundfladene i Høiden; eller rettere, N maa være imod E i lidet større Forhold end den af 1. 2, fordi Vandet løftes i Røret N over 20 Fod, naar det i M skal staae til 20 Fods Høide *).

§. 322.

*) Man finder en noget udførligere Beskrivning af denne Maskine og dens Ventiler udi Recueil des Machines approuv. par l'Acad. des Sciences Tom. V. og Belidor Architect. Hydraul. 2 Part. Liv. 4. Chap. 1.

hvor

§. 232.

Fordeelagtige Maader, hvorpaa Vandet kan bringes op af dybe Brønde.

I Anledning af det nylig forklarte, ved Spande eller Junger at løfte Vandet, kunde vi ikke forbigaae kortelig at tale om de beste Maader, hvorpaa Vand og andet kan hidses op af Brønde og Skagter, især naar de ere dybe. Den sædvanlige Maade at hidse Vandet op af maadelig dybe Brønde ved Brønd-Vipper, som ere anseelig betyngede i den korteste Ende, er saa bekiendt, at den behøves ikke at beskrives. Fordelen af disse Vipper bestaaer deri, at den tunge Ende hielper Kraften, som trykker op og ned paa den anden og længere, at løfte Jungens Tyngde; hvilket falder heist bequemt, fordi man kan anvende Legemets Tyngde i at trække ned efter. I dybere Brønde betiener man sig af en Tridse A med dobbelt Junge og Kiede, som i Fig. 3. Denne Maade at løfte Vandet paa haver den Fordeel, at Tyngden af den ene Kiede holder Ligevegt med den af den anden, saa at den bevægende Kraft ikke besværes af Kiedens Tyngde, men alene af Rivningen i Tappen af Tridsen A, hvilken sidste i meget dybe Brønde og Skagter endnu bliver anseelig.

Dette er hvad denne Bevægelses-Maade haver forud frem for den i Fig. 5. hvor man ligeledes seer to Junger, som ved Hielp af en Vertical-Vinde kunde bevæges over to Tridser, men den ene Kiedes Vegt staaer ikke i Ligevegt med den andens Tyngde, uden i det Øieblik, da begge Spandene mede hverandre paa Midtveien.

Man

hvor og kan erstaaes en anden meget artig Maskine, i samme Hensende optænkt af Hr. Belider, men som er for vidtløftig her at beskrive; især da den endnu ikke er bleven forsøgt udi Brugen, saaledes som den oven forklarte.

Man kan i dybe Brønde, af hvilke meget Vand skal øses, ligeledes paa mange andre Maader sætte dobbelte Junger, eller om man vil i deres Sted Pater-Noster eller Spande-Verker i Bevægelse. En af disse Maader foreviser i Fig. 4. Enhver optænker selv let flere, og de forekomme i et hvert Machinarum Theatro. Ved Fig. 4. kan agtes, at Jern-Kieden i *a* er besværlig at bevæge, saa man gior bedre i at anlegge Hiulet B, som et Træde-Hiul, eller at anlegge en simpel Haandvinde paa Enden af dette Hiuls Axel.

§. 233.

Hvorledes Ulejlighederne af Kiedernes Tyngder kunne forekommes.

Da i dybe Brønde og Skakter Kiedernes Tyngde altid er høist betydelig, fordi den meget let kan foraarsage Kraften meer Møie end Tyngden selv, som bør løftes, saa er den Maade, at holde Kieden Modvegt paa, der viser i Fig. 5. hvor den kan anvendes, meget tienlig. Nemlig, naar man haver eller kan giøre en Dybde B, som er nogenlunde proportionert med Dybheden af Brønden A, da kan slaaes om samme Vertikale Vinde C to adskillige Kieder, den ene D, udi hvilken Jungerne henge; den anden E, som er om en dens Deel besvært med Lod som F. Disse Kieder henge saaledes paa Cylindren, at de idelig virke imod hverandre. Naar Spanden G staaer paa sit nederste i G, og følgelig H saa høit oppe som den kan komme, da maa Tyngden af EN henge frit for at tynge imod, og paa det at den skal kunde holde Kieden i Brønden Modvegt, maa Tyngden af EB være i Forhold til Tyngden af Kieden, forkert som de Vegtstangs-Arme, paa hvilke de trykke over den Vertikale Vinde. Vindes derpaa G op, saa A gaaer derfor ned, da formindskes idelig Tyngden af Kieden om det dobbelte som G stiger; stiger for Ex. G om 1 Fod, og

1 Fod Kiede veier 1 Pund, da formindskes Trykningen af Kieden om 2 Pund. Følgelig maa af EB en proportionert Deel af dens Tyngde hvile paa Jorden, hvilken derfor bliver, om Forholden af Halv-Diametren i C og D ere a, og b, $\frac{2b}{a}$ Pund for hver Fod G stiger, eller i Almindelighed, om en Fod Kiede veier c, $\frac{2cb}{a}$. Derefter kunde Loddene paa EB, til hver Fods Høide G stiger, proportioneres. Endelig, naar H og G midt i Brenden møde hverandre, bør alle Loddene ligge paa Jorden uden at tynge, og Kieden CEB bør være ganske vunden af Cylindren, for siden igien at vinde sig om til den anden Side, og paa den giøre samme proportionerte Virkning igien, men efter en anden Direction end for. Faldet KG maa forholde sig til Dybden i EB som $b:\frac{a}{2}$.

§. 234.

Hvorledes Vandet kan løftes ved Central-Bevægelse. Første Maade.

For at føre Vandet i Høiden ved Central-Bevægelse, haver man optænkt adskillige Maskiner, som i sig ere meget simple, og af hvilke en forestilles i Tab. XII. Fig. 6. AB er et Cylindrisk Kar, som er paa alle Sider vel tillukt, og ikke meget bredt. Midt igiennem det gaaer en Axel CD, hvilken i F drives om ved en Haandvinde eller med Hiul og Snor, eller paa andre Maader, og ligger an i Tapper paa begge Enderne. Inden i Cylindren AB i Midten af dens Axel D, blive Vinger eller tilligemed Axlen bevægelige Bretter E anlagte af den Beskaffenhed, at de vel gaae villigen inden i Cylindren, men forsynes dog saavel med Læder ved Enderne at Vandet ikke kan trænge ind imellem dem og Randen af Karret AB. Paa hvis ydere Side et lidet

lidet Rør *p* er loddet fast efter Direction af Tyngenden og neden til aabent. Drives Axlen med Vingerne hastig om, da faaer Vandet derved en Hastighed, hvormed det søger at bevæge sig fort efter Cirkelens Tangent, følgelig maa det bevæge sig ind igiennem *p* saa meget desto hastigere, som Axlen drives hastig om til. Maskinen sættes i Vand til Midten, saa at det idelig kan flyde ind igiennem visse dertil giorte Huller ved Axlen, og siden bestandig stige, saa længe Axlen med tilbørlig Hastighed veltes om. Da man strax seer, at alle Delene af denne Maskine maatte udarbeides med meget stor Flid, og kunde dog desuden ikke længe holde ud, før de blive slitte, saa er den ikke meget skikket til Brug, og er derfor ei heller af dem, som man i denne Henseende foreslaaer.

Maader beskrives, paa hvilke Vandet kan løftes ved Central-Bevægelse.

§. 235.

Derimod sees en anden af samme Slags udi Tab. XIII. Fig. 1. som ulige lettere kan gieres og bruges, hvoraf vi her ligeledes ville give Hoved-Ideen. ABD er en staaende eller Vertikal-Axel bevægelig rundt om ved to Tapper udi A og D, paa den sædvanlige Maade. Til denne Cylinder ere føiede adskillige Rør som CD aabne i B, saa Vandet der kan flyde ind, (hvilket man desuden antager at staae over B efter en Linie som HI), hvilke, naar Axlen enten ved Haandvinder eller paa andre Maader med tilbørlig Hastighed drives om, veltes tillige om med Hastigheden af Bevægelsen udi CD, som tilintetgier først Tyngden af Vandet, og om den derpaa forstørres, løfter den det op, efter §. 180. Mekan. Forel. saa Vandet derfor, naar Omveltnings-Hastigheden er stor nok, maa flyde ud i C. Da man kan sætte rundt om Axlen saa mange deslige Rør, som man selv vil, saa

Anden Maade.

kunne de samtlig udgiøre et Kar af to Koniske Superficer rundt om Axlen. Man beviser, at Figuren af dette Kar er den fordeelagtigste, naar den er Parabolsk *).

§. 236.

Om Vandets smaa Bevægelser ved Luften, især ved bøiede Rør af ulige Arme.

Iblant alle Hydrauliske Maskiner ere de de betydeligste, i hvilke Vandet sættes i Bevægelse ved Luften. Vi ville i denne Forelæsning deraf alene afhandle dem, i hvilke Vandet ikke løftes uden til smaa Høider, og som derfor meer tiene til Fornøielse end til nogen betydelig Mekanisk Nytte. Man haver af dem i stor Mængde, hvilke i de fleste Physiske og Mekaniske Skrifter forekomme. Vi ville her deraf alene forklare de følgende, da de øvrige ved mindste Eftertanke forstaaes af sig selv.

Tab. XII. Fig. 7. forestiller et Glas, igiennem hvis Bund gaaer et i den fast forkittet Rør med ulige Arme, hvoraf den korte staaer med Enden lidt over Bunden, saa at naar Vand øses i Glasset, det i den kan flyde ind, den lange derimod gaaer ud af Glasset, som man seer i *a*. Fyldes Vand i Glasset efter en Linie *db* saa lav, at Vandet ei kan naae op til det øverste *c* over Røret, da flyder Vandet ei ud igiennem *a*. Saafremt derimod at enten Glasset fyldes over *c*, eller man suer engang i *a* Luften ud af Røret *ca*, da flyder alt Vandet ud af Glasset saavidt den korte Ende af Røret kan naae samme, hvilket strax forstaaes af det, som vi have før sagt §. 218.

§. 237.

*) Dette Slags Maskiner ere udregnede af Hr. Leonard Euler i Histoire de l'Acad. Royale de Berlin, Année 1752. som desangaaende kan efterslaaes.

§. 237.

Gior man i steden for et Rør to, saaledes som man seer i Fig. 8, hvor over det smalere Rør *a*, som gaaer ud af Glasset, sættes et andet og rummeligere *b* lukt oven til, da er Virkningen endnu den samme som før. Saalænge som det flydende ikke staaer saa høit, som det øverste af Rørene, flyder intet Vand ud; saasnart derimod som Vandet naaer denne Høide i Glasset, maa det bestandig blive ved at flyde ud igiennem *a*, saalænge som det kan naaes af Røret *b*; fordi i Begyndelsen flyder Vandet, formedelst det høiere Vands Trykning i Karret, og siden udgiøre begge disse Rør en eneste Siphon eller et Rør med ulige Arme. Er Røret *b* lidt høiere end Vandet, som i den Tilfælde, da det er kittet fast til Deklen af Glasset; da begynder det ikke at flyde ud, som før, ved Vandets Trykning, som stod høiere end Rørene, men efter at Deklen er sat paa, løfter man den igien lidt op, saa at Luften imellem begge Rørene fortyndes, hvorpaa ved Luftens Trykning paa Vandet i Glasset, det strax begynder at flyde, og fører siden Luften imellem Rørene fort med sig.

Man skiuler sædvanlig disse Rør inden i en Porcelains Figur, saaledes som man seer i Figur 9. De kaldes da Tantaler, fordi saasnart som Vandet staaer saa høit, at det ligger strax under Munden af Figuren, har det just den Høide som behøves, for at det kan igiennem Rørene flyde ud af Glasset, saa det lader som om Vandet flød bort fra en Mund, der bemøiede sig for at drikke af det.

§. 238.

Man kan ellers ved deslige brudte Rør løfte Vandet, saavel ved Hielp af den fortyndede som sammentrykte Luft. Det første vises i Fig. Ligeledes ved den fortyndede Luft.

i Fig. 10. Tab. XII. hvor A forestiller et aaben Kar i hvilket Vand bestandig kan flyde ind. B og C ere andre ganske tillukte Kar, saa mange som man vil, hvilke staae med A i samme Linie, saa at ved Hielp af de smaa Mellem-Rør Vandet kan flyde af det ene i det andet. I Midten af disse Mellem-Rør forestiller man sig Haner, som kunde vries, saa Karrene kunde sættes i og udaf Communication med hverandre, ligesom det behoves. Rørene D, H, I gaae op i de øverste Kar E og G. K og L ere Rør med Haner, hvilke sidste naar aabnes, Vandet igien ved sin Tyngde flyder ud af Karrene B og C. Lukkes Hanen i Mellem-Røret imellem A og B, og Hanen K aabnes, da flyder Vandet ud af B, hvorpaa Luften i E igiennem Røret B breder sig ud over det Luft-ledige Rum i B og fortyndes. Ved den ydere Luftes Trykning paa Vandet udi A, stiger det derfor og øfer sig ud i E; Men saafremt Høiden EB skal være en anseelig Deel af de 32 Fods Høide, hvortil Luften kan løfte Vandet, maa nødvendig Karret B være meget større end E, og paa Røret F maa desuden være en Hane, som forhindrer at Luften fra G ei flyder ind i E. Paa samme Maade naar L aabnes, stiger Vandet fra E til G, og saa videre, om flere Kar vare paa denne Maade sammenføiede.

Da det er møisomt idelig at aabne og lukke Hanerne, saa haver man optænkt adskillige Maader, hvorpaa Maskinen selv kunde giøre denne Forretning. Desangaaende kunde P. Schot Technica Curiosa og Leupolds Hydrauliske Theater efterslaaes. Disse Maskiner ere langt fra ikke saa betydelige, at vi dem her ville anføre.

§. 239.

§. 239.

Ved Hielp af deslige Rør løfter man ligeledes Vandet v:d den sammentrykte Luft saaledes, som det vises i Tab. XII. Fig. 11. hvor A er som før et aabent Kar, ind i hvilket Vand idelig flyder. Med det staaer som før andre meget vel tillukte Kar C, D o. s. v. i samme Linie, saa at ved Hielp af Mellem-Rørene og Hanerne Vandet kan flyde af det ene Kar i det andet, hvorpaa disse Rør ved Hanerne lukkes. E og F ere ligeledes overalt vel tillukte Kar, forsynede med Haner udi E og L. Fra B flyder Vandet ned i E, og trykker paa Luften i E med en Kraft saa stor som Vandets Høide udi Røret *a*. Derpaa circulerer Luften op igiennem Røret *b*, trykker paa Vandet udi C med den Kraft, som det selv trykkes med af Vandet i Røret *a*. Vandet i C stiger derpaa igiennem Røret *c* op i det overalt vel tillukte Kar G, Røret *c* kan derfor ei være længere end *a*. Fra G flyder det igien ned igiennem Røret *d* til F, da Bevægelsen gaaer videre fort i de øvrige Rør og Kar paa den forklarte Maade, indtil at endelig Vandet flyder ud af det sidste af de øverste Kar i H. Vil man igientage Virkningen, tappes Vandet i E og F ud igiennem Hanerne E og L, og alt skeer paa nye, som før.

Og ved den sammentrykte.

§. 240.

Man kan ligeledes paa mange andre Maader bevæge Vandet, deels ved den fortyndede, deels ved den sammentrykte Luft. De to Maader, som forevises i Fig. 12 og 14. ere særdeles mærkværdige i sidste Tilfælde. I Fig. 14. er en stærk Messing Cylinder med Dekkel oven i, neden i hvis Bund er en Skrue, saa Cylindren kan fyldes med Vand til den Høide AB. I Deklen skrues et Rør *dba*, forsynet

Hvorledes ved den sammentrykte Luft anseelig høie Springvande kunde udrettes.

forsynet med en Hane i C. Naar Hanen staaer aaben imod Aabningen af Roret, trykkes ved Hielp af Compressions-Pumpen saa meget Luft ind i Cylindren igiennem Roret *ab*, som man selv behager. Denne Luft circulerer op igiennem Vandet i den overe og fra Vand ledige Deel i Cylindren AD, hvorved den i samme Deel staaende Luft bliver tykkere og vinder derved Kræfter, ved hvilke den driver Vandet igiennem Roret *ab* ud af *d*.

Det forstaaer sig af sig selv, at Instrumentet maa være overalt vel forsynet, saa den ydere Luft ingen Sted kan trænge ind i det, hvilket naar er, kan Vandet springe ud af *d* til overmaade anseelige Høider. Er nemlig Compressionen i Luften udi DA to Athmosphærers Tyngde, springer Vandet til omtrent 32 Fod, er den tre Athmosphærers Tyngde, da til 64 Fod o. s. v. Men alt som Vandet flyder ud, svækkes Luftens Trykning i AD, fordi den breder sig idelig meer og meer ud over et større Rum.

§. 241.

Beskrivning af Herons Vandspring.

Det som især behager i dette Vandspring, er at Vandet stiger overmaade høit. De af deres Opfindere saakaldte Herons Vandspring springe vel ikke saa høit, men de ere derimod i den Henseende artige Maskiner, at Vandet selv uden Hielp af Trykverk sammentrykker Luften. Vi ville her af dem forevise og forklare det fuldkomneste Slags, som forevises i Fig. 12. hvor A og B ere to Elliptiske Kar overalt meget vel tillukte, og forsynede imod Luften. De ere deelte over Midten ved to Mellemgulve *a* og *b*, som slutte ved alle Sider paa det allertetteste, og dele det øverste Kar i de to Rum F og *g*, det underste i de to *h* og *i*. For at fylde Maskinen med Vand, ses af

det

det ind igiennem Røret *c*; hvilket, ligesom de øvrige *k*, *l* og *n* er aabent i begge Ender, og naaer fast ned imod Bunden af *h*, som derpaa fyldes med Vand; hvilket, naar Øsningen vedvarer, stiger igien i Røret *l*, flyder af og fylder *f*, hvorfra Vandet igien igiennem Røret *k* flyder ned i *i*, som ligeledes fyldes. Luften i Karret er heri ikke hinderlig, fordi den feit kan bevæge sig ud igiennem Rørene *n* og *o*. Derpaa vendes den hele Maskine om, hvorved *f* og *g* fyldes med Vand. Maskinen vendes atter om, og i Røret *c* øses paa nye Vand ind. Dette trykker paa Luften i *h* med den Tyngde, som svarer til Vandets Høide udi Røret *c*. Med denne samme Pression virker igien Luften paa Vandet i *f*, som flyder ned igiennem *a b*, og trykker derfor paa Luften i *i* med en Kraft, som svarer til Vandets Høide i Rørene *a b* og *c*. Luften udi *i* trykker ved Hielp af Røret *n* med denne samme Kraft atter igien paa Vandet udi *g*, hvilket derfor, naar Røret *o o* aabnes, igiennem det bevæger sig ud til en Høide omtrent saa stor som to gange Høiden af Vandet udi Røret *c*, og falder ned i Fadet øverst paa Maskinen, som er giort saa stort, at alt Vandet af Maskinen i det kan rummes. Efterdi at de Piber, hvilke man i *d* sætter paa ere af adskillig Figur til, bliver og det springende Vand selv paa adskillige Maader figureret til.

§. 242.

Det er ligeledes ved den sammentrykte Luft at man faaer ligesaameget Viin til at flyde ud af et Kar, som man øser Vand i det. Karret foreſtilles Tab. XII. Fig. 15. udi A. B er et Mellemgulv som de foromtalte i §. 241. I den enge Hals C af Karret er

kitted et Rør *a* fast, igiennem hvilket alene Luft og Vand kunde passere ind i Karret. Det er aabent i begge Ender, og naaer fast ned til Mellemgulvet. Neden under i Foden af Karret derimod er en Skrue, som kan aabnes, for at fylde den underste Deel under Mellemgulvet med Viin. Øses Vand ind i Røret *a*, da flyder det ind over Mellemgulvet og trykker Luften sammen. Denne trykker atter igien saa stærk, som den selv trykkes, igiennem Røret *d* paa Vinen udi D, hvilken derfor, naar Hanen ved *f* aabnes, maa flyde ud af Røret *e f*.

§. 243.

Spring-Vandes Indretning ved den fortyndede Luft.

Fig. 13. forestiller et Vand, som springer inden i et Glas. Vandets Bevægelse foraarsages af den fortyndede Luft. *a* er et Rør kitted fast i Bunden, udi hvilken Glasset A er indfattet, saaledes; at Enden af dette Rør inden i Glasset staaer strax oven for Bunden; Det andet Rør *b* derimod, som ligeledes er fast ved Bunden, staaer noget høiere over den. Sættes den anden Ende *b* af dette Rør i et Kar med Vand *c*, og man igiennem Røret *a* suer noget af Luften i Glasset A til sig, saa den fortyndes, da stiger ved den ydere Luftes Trykning paa Vandet i Karret *c* dette strax op i, og springer ud af *b*, hvorpaa det igien flyder ud igiennem *a*, da saaledes Luften i A idelig bliver tyndere end den ydere Luft der trykker udi *c*, saa er det og nødvendigt, at Vandet maa idelig springe igiennem Røret *b* op i Glasset. I øvrigt seer man let, at Rørene *b* og *a* forestille et Rør med ulige Arme, og at derfor Vandet maa springe i Glasset noget næsten til den Høide, som er Forskiellen imellem begge Rørenes *a* og *b* Vertikale Længde.

Vil

Vil man ikke sue Vandet ud igiennem *a*, da behøves allene at vende Glasset om, for at lade Vand flyde ind i det igiennem Reret *a*, hvorpaa man igien sætter det i den Stilning, som Figuren viser; da Vandet begynder først at flyde ud igiennem *a*, og siden, naar Luften er blevet fortyndet, springer det op igiennem *b*. Man indretter let, ved at sætte B i en Kumme, udi hvilken Vandet kan flyde af, paa denne Maade et Vandspring, som kan spille over et Taffel under Spisningen.

§. 244.

Om Stik-Heberne.

Det er ligeledes ved den fortyndede Luft, at i de saa kaldte Stik-Hebere Viin og andre flydende Materie løftes. Dette Instrument er intet andet end en Cylinder A, Tab. XIII. Fig. 2. som ender sig med en liden Konisk Aabning B, begge ere heel igiennem aabne. Man stikker den ned i det flydende, som skal høves, for Ex. til *cd*, og holder derpaa Fingeren for oven til i E. Naar den saa trækkes ud af det Flydende, flyder et par Draaber i Begyndelsen ud, derved fortyndes Luften i E*c*, og den ydere i B holder det øvrige Vand. Tages Fingeren fra i E, saa Luften flyder ind, falder Vandet ved sin Tyngde i det Glas eller Kar, som man sætter under.

Saavel ved den sammentrykte, som ved den fortyndede Luft gjøres en Mængde andre smaa Instrumenter, men det var baade vidtløftigt og unyttigt, om vi ved dem her vilde videre opholde os.

Nittende Forelæsning.

Om Pumpe-Verkerne og Sue-Verkerne.

§. 245.

Om Pumpe-Verkerne og i Særdeleshed om Sue-Verkerne.

I alle de forhen beskrevne Maskiner og Instrumenter løfter Luften Vandet enten ikke høit, eller og ikke i anseelig Mængde. I Pumperne derimod er det noget langt andet. Luften bevæger i dem Vand i stor Mængde, og om flere af dem tillige sammenføies, en over den anden, kan Vandet løftes til meget anseelige Høider. Da de desuden ere meget simple Maskiner, uden stor Rivning, saa ansees de med Ret som de første og fornemmeste iblant alle Hydrauliske. Pumpe-Verkerne ere to Slags: Sue-Verker og de egentlig saa kaldte Pumpe-Verker. Vi ville først forklare Beskaffenheden af Sue-Verkerne. Disse bestaae gemeenlig af to Rør, hvoraf Tab. XIII. Fig. 3. det underste CP, som kaldes Sue-Røret, er smallere, det øverste DC derimod, som er videre, kaldes Pumpe-Røret. Sue Røret slutter sig i F med en større Aabning, at Vandet villigere kan flyde ind igiennem Hullerne af et Blek, som der er slaget paa Røret, for at holde Slam og Ureenligheder ude af Pumpen. I G er en Ventil eller Klap, at Vandet ei skal træde tilbage. Begge Rørene DC og PC ere i vigtige Verker støbte med Circulaire Rander i C, som stikker ud over den øvrige Metal, inden og uden

til

til paa Røret, imellem dem legges Læder-Cirkler, at Luften ei skal flyde ind, og desuden Enden af Læder-Ventilen *n*, som vel tillader Vandet at flyde op i Pumpen, men ei at falde tilbage igien.

Ventilens Beskaffenhed forstaaes ellers af Fig. 4. hvor man seer i AB den omtalte Metal Ring af Rørene bedekket med det Læder, som legges imellem begge, hvilket dog er indskaaret udi *ab*, for at rumme Halen af den circulaire Ventil, som er mørkere skattert end Resten. Den inderste Cirkel D forestiller begge Rørenes invendige felles Aabning, som Ventilen lukker i og op. Den betynges for Resten oven til i D med Blye, for desto villigere at kunde falde tilbage.

I Pumpe-Røret DC Fig. 3. bevæges Spanden EK op og ned. Den sees i Perspectiv Fig. 5. K er et Koniskt Stykke giort af Elle eller Vegetræ, og giennemboret under Ventilen *c*, Fig. 3. at Vandet kan flyde igiennem den, og videre ind i Pumpe-Røret op imod D. Det øvere Stykke *gef* er indvendig aaben, og tiener alene som en Stellage til at løfte og holde Stangen H, omkring *ba* er Spanden vel forsynet med Læder. Den slutter der meget nøie med Pumpe-Røret, hvilket derfor indvendig maa være vel poleret. Det øvrige forstaaes let af Figuren.

§. 246.

Hvorledes Luften virker i disse Maskiner.

For at forstaae Luftens Virkning i disse Maskiner, maa man forestille sig Sue-Røret, som at staae under Vandet til den Linie IX, og Atmosphærens Tyngde under en Cylinder af Vand AI til 30 à 32 Fods Høide, §. 22. Pneumat. Forel. Med en Kraft som IA trykker Athmosphæren overalt paa Vandskorpen eller paa Superficen

af Vandet i IX. Løftes Spanden fra CC op til Linien QLM, da bliver i den Høide LM inden i Røret, et Luft-frie Rum. Luften udi Sue-Røret PBC aabner derpaa Ventilerne G og *n*, og flyder ind i Pumpe-Røret CM. Den bliver derved svagere i sin Trykning end Trykningen LI. Vandet stiger derfor ved denne sidste op til N*o*, saalænge til den fortyndede Lufts Elastiske Kraft udi C*o* og Tyngden af Vandet udi *o*P begge staae i Ligevegt med IA. Stødes derpaa Spanden EK igien ned til CC, da falder Ventilen *n* strax for, Luften i CM gaaer ud igiennem Aabningen af Spanden, og skyder Ventilen *c* for sig. Paa samme Maade stiger ved hvert nyt Slag, som gieres med Spanden, Vandet alt høiere og høiere udi Sue-Røret, og Luften drives idelig ud oven til igiennem Spanden, indtil at omsider, om Høiden PD ei overgaaer 32 Fod, Vandet endelig maa med Spanden stige til denne Høide, og ese sig der ud i et Kar eller Rende, som tager imod det.

§. 247.

Hvad Kræfter der behøves til at bevæge Pumpe-Stangen.

Angaaende den Kraft, som behøves til at løfte Spanden ved Hielp af Stangen udi H, da haver den egentlig intet andet at giøre, end at skyde den paa *gf* trykkende Athmosphere op efter. Følgelig er den i Begyndelsen af Bevægelsen intet, fordi den indsluttede Luft trykker Spanden ligesaa stærk op efter, som den ydere ned efter. Saasnart derimod, som Vand er flydt ind i Sue-Røret, for Ex. til den Høide PO=*po*. Da formindskes den indsluttede Lufts Trykning op efter, om saa meget som PO beløber sig, saa den ei bliver større end A*o*, og deraf sees:

At

At den Kraft, som maa anvendes for at bevæge Pumpe-Spanden, er altid saa stor som en Cylinder Vand, hvis Høide er Vandets Høide udi Rørene, Pumpe- og Sue-Røret nemlig; og hvis Grundflade er Pumpe-Rørets indvendige circulaire Aabning, eller Spandens bredeste Grundflade.

§. 248.

Hvorledes Ventilerne bør lægges, og for hvorvidt den Høide, som Vandet i Sue-Røret kan løftes til, derpaa beroer.

Saa tit som det er mueligt at lade Pumpestokken med Spanden naae lige ned til Ventilen udi *n*, saaledes som vi her have antaget det, kan man altid sikkert regne paa, at Vandet i Sue- og Pumpe-Rørene stiger saa høit som det bør over Ventilen *n*, nemlig, om Sue-Røret ikke er høiere end 30′ over det øverste af Vandet IX. Var derimod Ventilen i *n* borte, blev Beskaffenheden en langt anden. For at forklare dette Tilfælde, ville vi i Fig. 6. forestille os begge Rørene, Sue-Røret PC, og Pumpe-Røret CD, som om de vare af lige Diameter. Er neden ved C ingen Ventil, hvorved begge skilles fra hverandre, og Vandet er for Ex. steget i Sue-Røret til *lm* efter nogle Slag med Spanden og Pumpestokken, da kan det i *lm* blive staaende, uden at stige høiere. I det Øieblik da dette skeer, er Beskaffenheden den; at naar Spanden C er trukken op til D, haver Luften i D*m* faaet en Fortyndelse af den Beskaffenhed, at naar Spanden igien gaaer ned fra D til C, faaer, naar den kommer i C, denne samme, men nu i C*l* sammentrykte Luft da først en Elasticitet, der er saa stor som Elasticiteten i den ydere Luft. Hvoraf følger, at ingen Luft kan meer gaae ud igiennem Ventilen af Spanden, i hvor længe man end bliver ved at pumpe, følgelig kan heller ikke Vandet udi *lm* stige høiere.

For

For nu noie at bestemme den Høide mP, i hvilken Vandet bliver staaende, ville vi kalde Høiden af Sue-Røret CI, a. Den Høide, hvortil Pumpestokken kan stige udi Pumpe-Røret CD, b. Vandets Høide Pm, x. Saa er Luftens Elastiske Kraft udi Cl, naar Spanden er i C, saa stor som Athmosphærens $= A$; derimod bliver dens elastiske Kraft, naar Spanden er paa sit høieste udi D, $= A - x$. Men Luftens elastiske Kræfter ere de Rum forkeertviis proportionerte, i hvilke den samme Mængde Luft er indsluttet. Følgelig bliver, om $a + b = c$.

$$\frac{A.\ (a-x) = (A-x).\ (c-x)}{x = \frac{1}{2}c \pm \sqrt{\frac{1}{4}c^2 - Ab}}$$

Hvoraf sees 1) at for det Tilfælde, da Vandet stokker i Sue-Røret uden at stige, bliver den Høide til hvilken det stiger $\frac{1}{2}c - \sqrt{\frac{1}{4}c^2 - Ab}$. Saafremt derfor at 2) Vandet skal stige til den fulde Høide A, bliver $\frac{1}{2}c \pm \sqrt{\frac{1}{4}c^2 - Ab} = A$ saa at enten er $A = c - b$ eller og $A = o$. Den første Tilfælde $A = c - b$ svarer til den positive Værdie $x = \frac{1}{2}c + \sqrt{\frac{1}{4}c^2 - Ab}$, og hører derfor ikke herhid. Den anden Tilfælde derimod $A = o$ er den, som alene passer sig paa den negative og herhid hørende, men samme er umuelig; thi A er en Høide af 30 til 32 Fod, følgelig er det og umueligt, at Vandet udi Pumpe-Røret kan i denne Hypothese stige til sin største Høide. 3) Vandet stiger til sin største Høide, naar $\sqrt{\frac{1}{4}c^2 - Ab} = o$ eller $\frac{1}{4}c^2 = Ab$, denne største Høide bliver derfor $= \sqrt{Ab}$. 4) Følgelig er det fordeelagtigt at b voxer indtil en vis Størrelse, den nemlig da $\frac{1}{4}c^2 = Ab$. Bliver den større til samme Høide c, da bliver det ikke meer mueligt, at Vandet kan stige.

§. 249.

§. 249.

Det Tilfælde derfor, da ingen Ventil er lagt imellem begge Rørene, er høist ufordeelagtigt i Pumperne. Foruden det, er et andet endnu at overlegge, naar nemlig Pumpestokken ikke gaaer gandske ned til Ventilen, naar den er paa sit nederste; men et Rum fyldt med Luft bliver imellem den og Ventilen. For Ex. udi Fig. 6. det Rum imellem C og K. I det Øieblik, da Vandet stokker, maa det skee, at naar Spanden er paa sit nederste, bliver Elasticiteten af Luften ud i CK saa stor som den naturlige Lufts Elasticitet. Naar derimod Spanden er paa det høieste, bliver den samme Lufts Elasticitet i det Rum DC saa stor som Elasticiteten af den under Ventilen i Sue-Røret indsluttede Luft, kaldes da CD, b. IK, a. CK, d. den Høide under hvilken Vandet stokker eller Pm, x. Da bliver $Ad = (A - x).\ (b + d.)$ og $x = \frac{Ab}{b+d}$.

Uleilighed, som møder, naar Spanden i Pumpe-Røret ei falder lige ned til Ventilen imellem det og Sue-Røret.

Er $b = d$, bliver $x = \frac{1}{2}A$, og saa videre. I Almindelighed sees, at den Høide, som Vandet kan stige til, bliver udi dette Tilfælde altid mindre end den naturlige, fordi $b + d$ er større end b. Jo større d bliver, desto mindre bliver $\frac{b}{b+d}$, og til en desto mindre Deel af sin naturlige, eller Athmosphærske Høide, stiger da Vandet udi Sue-Røret. Men er $d = o$, bliver denne Høide A, som før sagt §. 248.

§. 250.

Man kan deraf bestemme den største Høide, hvilken Sue-Røret kan faae i dette Tilfælde, thi alene at det gjøres lidt mindre end $\frac{Ab}{b+d}$,

da stiger Vandet over Ventilen ind i Pumpe-Roret, og man kan da betragte Beskaffenheden af Pumpe-Verket som henhørende til det forrige Tilfælde §. 248. da Ventilen ligger i Bunden af Pumpen. Men den Tyngde af Athmosfæren, som trykker Vandet op efter i den er ikke uden $A - \frac{Ab}{b+d} = \frac{Ad}{b+d}$. Hvoraf paa samme Maade som i §. 248. den Høide, hvortil Vandet kan stige, bestemmes, for i ethvert enkelt Tilfælde at indrette Pumpe-Roret saaledes, saa Vandet ei stokker, men stiger ligesaa høit som Spanden.

§. 251.

Hvor høit Spanden bør stige, og med hvad Hastighed.

Naar Vandet ved Luften er løftet til sin største Høide i Pumpe-Roret op over Sue-Roret, for Ex. Fig. 3. til LM, da kan man siden ved Hielp af Spanden løfte Vandet saa høit man vil i Pumpe-Roret, for Ex. til DD; thi da Spanden slutter nøie med Siderne af Roret, maa den skyde Vandet for sig, og følgelig løfte det endnu høiere end den selv stiger. Vandet løftes da i Pumpe-Rørene, uden at Luften haver nogen Deel i Løftningen; men derved er den Ulejlighed, at en Deel af Kraftens Virkning anvendes unyttig, i den Tid nemlig, da Pumpestokken gaaer op og ned igiennem det Rum MD, som er ledigt for Vand.

Det er derfor fordeelagtigt, at Spanden ikke stiger høiere end Luften kan løfte Vandet, paa det at ingen Tid skal tabes, ei heller en Deel af Kraftens Virkning anvendes unyttig. I Almindelighed bør Vandet flyde ind i Pumpe-Roret med saa stor Hastighed, at Vandet bestandig kan i opstigende følge Spanden, saa den i nedgaaende ikke forefinder noget Rum, udi hvilket intet Vand er. Den

Hastig-

Hastighed derfor, hvormed Vandet flyder ind i Pumpe-Roret, og den, hvormed Vandet i det stiger, maa være den samme. Kaldes den Hastighed H, hvormed Vandet flyder ind igiennem *n*. Ere Diametrerne i Aabningen *n* eller i Sue-Roret F, (thi de bør være lige store) og i Pumpe-Roret *d* og D; da er den Hastighed, hvormed Vandet flyder ind i Pumpe-Roret $\frac{d.H}{D}$ §. 12. hvilken og er den største Hastighed, hvormed Spanden i ensdan Bevægelse kan stige.

§. 252.

Pumpe-Roret bør gjøres af større Vide end Sue Roret.

Man seer ellers let, hvorfor Pumpe-Roret i Fig. 3. gjøres videre end Sue-Roret. Luften i dette sidste bliver derved i et hvert Slag ulige stærkere fortyndet end i de imodsatte Tilfælde, saa Vandet stiger høiere; hvoraf tillige sees, at jo høiere Spanden stiger, destomeer fortyndes tilligemed i hvert Slag Luften i Sue-Roret, saa at derved atter igien Vandets hastigere Stigning befordres. Det er desuden i alle Pumpe-Verker betydeligt, at alle Aabninger, som *n* og *c*, ere saa vide, at Vandet ei gaaer fra større Aabninger ind i mindre, fordi derved anseelige Kræfter tabes §. 159. For desto bedre at forstaae dette, ville vi foretage Pumpernes udførlige Beskrivning.

Pompeverker ere to Slags.

I de egentlig saa kaldte Pumpe-Verker, naaer Spanden ned til Vandet, bær og løfter det i opgaaende. De ere derfor to Slags.

1) De, i hvilke Pumpestokken bevæges oven til, som i Fig. 7.

2) De, udi hvilke den bevæges neden fra, som i Fig. 8.

§. 253.

Hvorledes Luften i den virker.

Angaaende de første udi Fig. 7, da om Pumpe-Røret AB sættes i dem under Vandet saaledes, at Spanden falder under den øverste Vandlinie *ab* til meer end 32 Fod, da er det i dette Tilfælde Spanden selv som bær og løfter Vandet, saa det i samme ikke behøves at man bekymrer sig om Luftens Virkning. Saafremt derimod, at Spanden FG synker under Vandet om en mindre Dybde *cd*, end 30 til 32′, da maa Luftens Virkning i Pumpe-Værkerne ligesaavel tages i Betragtning, som i Sue-Værkerne. Naar nemlig Spanden er faldet til *d*, og stiger derfra igien over *dc* til *e*, gier den i *dc* et Luftfrie Rum; den ydere Luft trykker derfor paa Vandet udi *ab*, saa det igiennem Ventilen C flyder ind i Pumpe-Røret og følger idelig Spanden til *e*, om *ce* ikke holder over 30 til 32 Fods Høide. I nedgaaende aabner sig igien Ventilen E, saa det allerede stegne Vand kan flyde igiennem Spanden, hvilken i opstigende igien løfter det. I D gieres som forhen et Blek med Huller, at Slam og Uhumskheder ei lettelig skulle flyde ind i Pumpen.

§. 254.

Hvad absolut Kraft at der til Pumpestokkens Bevægelse behøves.

Den absolute Kraft angaaende, som behøves til at løfte Spanden, da siden Ligevegten med Luften over Vandlinien *ab* maa beregnes her ligesom i §. 246, saa seer man strax, at denne Kraft bliver som i §. 247. nemlig, Vandets Høide i Pumpe-Røret over Vandlinien *ab*. Men i enkelte Pumper er det ikke, uden i opgaaende, at Kraften haver at løfte, i nedgaaende derimod falder sædvanlig Spanden igiennem Vandet ved sin egen Tyngde. Da ydermere denne samme Kraft, som strax sees, behøves i det udi §. 253. anførte

førte første Tilfælde, saa sees, at det er i Henseende til Kraften uden Forskiel, hvad heller at man betiener sig af Sue- eller Pumpe-Rør. De i første Tilfælde §. 253 og i følgendeanførte Pumpe-Rør, som staaer meget dybt under Vandet, have vel den Fordeel, at Luften i dem ikke kan trænge ind, hvilket man i Sue-Verkerne og i de Dele af Rørene, som staae over Vandet, altid haver at befrygte; saa og den, at Læret i Spanden og Ventilerne ei, i at tørres, trekke sig ind; men derimod ere de vanskeligere at udbedre og reparere i Bunden, naar paa dem der gaaer Mangel.

§. 255.

Det andet Slags Pumpe-Verker, udi hvilke Spanden bevæges neden fra op efter, sees udi Fig. 8. som man kan kalde forkeerte Pumper, fordi Spanden er forkeert vendt. De forstaaes let af det allerede sagte, og ere i intet adskillige fra de forrige, uden i Bevægelses-Maaden. De kunne og henregnes iblant Tryk-Verkerne, om hvilke siden skal tales. Røret, hvori Vandet stiger, behøver i dem ikke at stige i lige Linie, som i de andre, men det kan bøies efter Fornødenhed krumt, hvilket i mange Tilfælde er fordeelagtigt. I dette Rør er altid en Ventil, som Figuren viser, der holder Vandet, at det ei falder tilbage. I nedgaaende gier Spanden i Røret et Luftfeie Rum, op i hvilket Vandet stiger, mens den ved sin egen Tyngde falder. I disse Pumper haver derfor Kraften ikke uden i opgaaende at arbeide, naar den nemlig trykker Vandet op.

Den fornemmeste Fordeel som man ellers har af denne Bevægelses Maade bestaaer deri, at man kan løfte Vandet saa høit man vil uden al Hinder. Da derimod i de Pumper, udi hvilke

Spanden bevæges oven til, som i Fig. 7. Vandet ikke kan løftes høiere end Pumpestokken HF er lang, hvilken desuden er Vandets Bevægelse udi Røret til Hinder, især om dette sidste gjøres af lille Diameter, som Tab. XIV. Fig. 4. At Vandet ellers i disse sidste Pumper løftes saa høit som Røret AK, sees let; thi i opgaaende lukker sig Ventilen i Spanden, som løfter Vandet, imidlertid stiger Vandet neden fra op efter Spanden uden Ophold. Gaaer Spanden derpaa ned, forhindrer Ventilen i Bunden af Pumpen Vandet i at flyde ud af den, saa at derfor, naar Spanden stiger igien, Vandet paa nye løftes høiere i Røret AK, o. s. f.

§. 256.

Adskillige Anmerkninger angaaende Pumpe-Verker.

I samtlig disse Verker ere følgende Poster at iagttage, foruden de allerede forklarte.

1) Rørene ere i Pumpe- og Sue-Verker enten af Træ eller og af Metal. De af Træ ere enten udborede Cylindrer eller og firkantede. Disse sidste gjøres enten af Bredder, som nagles meget fast sammen med Lær imellem Fugerne, fordi det qviller ud og holder Luften af. Eller og af stærke Træstolper, som ligeledes feies med dybe Render i hverandre, forsynes overalt vel imod Luften, og belegges paa mange Steder med Jern-Ringe.

2) I meget betydelige og vedvarende Verker, især hvor det ikke behøves at gjøre Rørene meget lange, bruges Rør af Metal. Eller om man ikke vil giøre saa stor Bekostning, foeres med Metal Træ-Rørene indvendig, især over den Deel af Verket, udi hvilken Spanden bevæges. Fordi denne Deel af Røret bør gjøres saa glat som mueligt, at Rivningen formindskes, og Læret i Spanden ei

hastig

hastig slides. I Almindelighed er det tienligt, at giøre Rørene heel igiennem saa glatte som mueligt, for at betage Vandet alle Hindringer i dets Bevægelse.

3) I Pumpe-Verker kan intet ufordeelagtigere for Kraften giøres, end om Tab. XIV. Fig. 4. Røret AK oven over det Rør CB, udi hvilket Spanden bevæger sig, giøres af mindre Diameter cd, end Pumpe-Rørets ef. Thi, naar samme Mængde Vand i samme Tid skal bevæges igiennem begge Aabninger, bliver Hastigheden i Røret $AK = \frac{ef^2}{cd^2} H$, om Hastigheden udi Røret $eB = H$ §. 12. Men Kræfterne ere som Hastighedernes Qvadrater. Følgelig forholde de sig som $H^2 : \frac{ef^4}{cd^4} H^2$, eller som $cd^4 : ef^4$. Saafremt derfor at cd forholdt sig til $ef = 1 : 10$, udfordredes en 10000 gange større Kraft til at bevæge samme Vand i samme Tid igiennem et 10 gange smallere Rør.

§. 257.

Dette sidste, at giøre Aabningerne, igiennem hvilke Vandet bevæger sig, immer større og større, er i ingen Indretning af Pumpe meer blevet seet paa, end i den saa kaldte Engelske, som forestilles Tab. XIII. Fig. 9. hvis Virkning er meget fortreflig *). AB er en af 4 Bredder paa forommalte Maade sammenslagen Pyramidal-Pumpe $8\frac{1}{2}$ Fod høi, oven til 32 Tomme, neden til $\frac{1}{8}$ Tomme breed, saa at Vandet, der flyder ud i G, bevæger sig immer igiennem større og større Aabninger op efter. D er Spanden med

en

*) Transact. Anglic. No. 496.

en Ventil i Midten, hvilken bevæges ved en krum Vegtstang EF, paa den i Pumperne sædvanlige og bekiendte Maade.

§. 258.

Trykverkernes Beskaffenhed forklares.

Tryk-Verkerne ere af samme Beskaffenhed som Sue-Verkerne, for saavidt at Vandet i dem ved Hielp af Lusten først lestes op i et Rør, af hvilket det siden trykkes ved en Spand uden Ventil ind i et andet Rør, udi hvilket det endnu stiger høiere end i det første. Et saadant Trykverk sees Tab. XIII. Fig. 10. i hvilket Rørene ere af Metal, fordi de trykkes med stor Gevalt af Vandet. Det bestaaer af Sue-Røret CH, og Stevlen eller Pumpe- og Tryk-Røret DB. Spanden L er uden Ventil og Aabning, sammensat af to Koniske Stykker, hvis mindste Grundflader støder sammen, som Figuren viser. Dette skeer, for i Spandens trange Bevægelse at forekomme Rivningen, hvilken her er den superfice proportionet, som stryger sig paa Siderne af Røret. I Pumpe-Røret er en Aabning BC, som løber ind i en Ende af Rør BF, hvilket er støbt i et med DC. Fra F til I gaaer et Knæ, som skrues tet og fast til BF, paa det igien i I skrues fast Røret IK.

Naar Spanden bevæges fra B til D, fortyndes Lusten i Sue-Røret paa den i §. 246. forklarte Maade, saa Vandet stiger over Ventilen i C. Imidlertid at dette skeer, drives, naar Spanden falder, Lusten ud igiennem Ventilen ved F op i det opstigende Rør FIK, hvorfra den igien ikke kan komme tilbage ind i Røret DB, fordi Klap-Ventilen ved F falder for Aabningen, og slutter den meget neie til, naar Lusten vil træde den anden Vei tilbage. Endelig naar Spanden fremdeles bevæges fra B til D, følger omsider Vandet

det

det efter op til D, og trykkes, i det den falder igien, med Magt ind i Røret FIK. Under denne Trykning lukker Ventilen C sig og den i F aabnes; da derimod F igien lukkes og C aabner sig, naar L paa nye stiger fra B til D, og Pumpen suer Vandet.

Spanden gaaer i denne Maskine gemeenlig ikke længere ned end til B, af Aarsag; at om den faldt ned til Ventilen C, blev den trykt af den hele Høide Vand udi KI ind imod Røret, foruden at den blev trykt af hele Atmosphærens Tyngde ovenfra, hvilket i dens Bevægelse vilde foraarsage en anseelig Modstand i Begyndelsen af Stigningen, hver gang den skulde løftes. Den i §. 249. forklarte Vanskelighed finder her derfor Sted, saa man maa give Sue-Røret den Længde, som dette Tilfælde udfordrer, ei alene i Henseende til den udi BC, men tillige udi BF indsluttede Luft.

§. 259.

Hvad absolut Kraft ved dem behoves.

Jo høiere Vandet stiger udi Røret IK, desto større er den Kraft, som behoves til at løfte Vandet udi samme. Er det steget til den Høide KN, da maa den Kraft, som skal holde Vandet i K, være saa stor som Vegten af Vandet i et Cylindrisk Kar, hvis Høide er KN, og hvis Grundflade er Grundfladen *bs* af Spanden L. §. 24. Hydrostatik. Skal derimod Vandet flyde ud i K med en given Hastighed N, maa Høiden af foromtalte Cylindriske Kar formeres om den til denne Hastighed svarende Høide, §. 155. 156. hvorved endnu videre kan agtes, hvad vi have forklart §. 158. Er derfor Kraften stor nok, kan man ved Tryk-Verkerne føre Vandet til de alleranseeligste Høider.

§. 260.

Man kan indrette Tryk-Verkerne paa adskillige Maader. Saaledes kan man legge Spanden neden i Pumpe- og Tryk Roret, som man seer i Fig. 11. Man bruger hellere dette Slags Tryk-Verker end de forrige, af Aarsag, at det falder mageligere at meddele Trykningen ved Stænger op end ned efter, og disse sidste bøie sig i sidste Tilfælde meget let, hvoraf store Uleiligheder flyder, hvilke gemeenlig overgaaer den Fordeel, som man vinder derved, at den faldende Spand ved sin Tyngde hielper til at trykke Vandet. For Resten forstaaes Virkningen let, AB er Sue-Roret, som gaaer ned i Vandet. Spanden L i at synke fra C til D, gior et Luftfrie Rum, over hvilket Luften i Sue Roret fortynder sig igiennem Ventilen *d*, og gaaer ud igien igiennem Ventilen *c*, naar Spanden L stiger. Resten forstaaes let af Figuren.

§. 261.

I alle disse forhen beskrevne Verker er det en Sag af Betydenhed, at naar noget gaaer til Skade i et af Rørene, det da alene kan skrues fra og udbedres, uden at man derfor behøver at røre ved de andre, og at tage hele Maskinen fra hinanden. I Almindelighed er det høist Magtpaaliggende, let at kunde eftersee alle Rørene. Til den Ende, naar Rørene staaer dybt under Vandet, sættes de med Fordeel i egne dertil indrettede Kar, udi hvilke Vandet bestandig kan flyde ind, imidlertid at man efter Fornødenhed kan lukke for Karret, og holde Vandet ude, saa Pumpe-Roret staaer tør, naar det behøves.

§. 262.

§. 262.

Indretning af Tryk-Verker ved den sammentrykte Luft.

Ved den sammentrykte Luft gieres ligeledes Tryk-Verker paa følgende Maade. AB er Tab. XIII. Fig. 12. et Sue-Rør med Ventil udi C. DE er Pumpe- og Tryk-Røret, til hvilket er med Skruer føiet et Kar N, fuldt af Luft, saaledes som Figuren viser. Karret N og Røret DE skilles fra hverandre ved en Ventil F. Med Karret N henger sammen, paa den før beskrevne Maade, Røret IK, udi hvilket Vandet stiger. Vandets Stigning i Sue-Røret forstaaes af det i §. 260. forklarte. Er det først løbet ind i Pumpe- og Tryk-Røret, da trykkes det siden idelig ved Spanden L op i Karret N, udaf hvilket Luften ikke meer kan vige, saasnart som Vandet er steget til og over Linien *ab*. Derpaa jo høiere Vandet stiger udi Røret IK, desto meer sammentrykkes Luften udi *b*, hvilken derfor ved sin Igien-Virkning driver Vandet alt høiere og høiere op i Røret KI.

Man seer strax, at Kraftens Bemøielse maa i dette Slags Tryk-Verker være den samme, som i de forrige; Thi den maa holde Luftens Trykning i Karret N Ligevegt; denne igien er proportionert Vandets Høide udi Røret IK, saa den Kraft, der umiddelbar anvendes paa Spandens Bevægelse op efter, er som dennes Grundflade i den hele Høide, som Vandet stiger til, der bevæges udi Røret IK.

Derfor kunne disse Tryk-Verker let indrettes saaledes, at de give idelig og bestandig Vand udaf Røret IK, hvilket i adskillige Tilfælde, som i Ildsprøiterne, for Ex. er af Betydenhed. Man behøver alene at giøre Grundfladen i Spanden L to gange saa stor som Overskiættet af Røret KI. Hvor en idelig og uoverbrudt

Vandstraale behøves, kan denne Indretning være god. Seer man derimod ikke paa andet, end at kunde i samme Tid faae ligemeget Vand leftet, da kommer det paa et ud, enten Røret i den halve Deel af Tiden giver en dobbelt Mængde Vand, og i den anden halve Deel af samme igien intet, eller om det den hele Tid igiennem giver en enkelt Mængde af Vand. Den samme Kraft behøves for at iverksætte samme Virkning udi begge Tilfælde.

§. 263.

Anmerkninger over Pumpernes Spande og Ventiler.

Vi ville slutte denne Forelæsning med korte Anmerkninger over Pumpernes Spande og Ventiler. Angaaende disse sidste, da haves af dem forneemmelig 4 Slags, hvoraf Hoved-Ideen bestaaer i følgende:

1) De første ere de saa kaldte Klap-Ventiler, hvilke ere at regne iblant de beste og tienligste. Man forandrer dem vel paa en og anden Maade, men Hoved-Sagen bestaaer dog altid i det §. 245. sagte, saa vi vilde her ikke være vidtleftig i deres Beskrivning. De aabne sig saa overflødig, at Vandet lidt eller intet ved dem hindres i sin Giennemgang, hvilket ydermere let forstaaes ved at kaste Øinene paa Fig. 3, 11 og 12. i hvilke disse Ventiler antages som brugte. De have alene den Feil, at naar med Tiden Læret i Beiningen slides, de da lade sig skyde lidt paa Siden, og lukke den under dem værende Aabning ikke neie.

2) De Spheriske Ventiler ere Metal-Kugler, som falde for og lade sig løfte fra deres Aabninger, efter som Vandet stiger til eller falder; man seer af dem et Udkast i Fig. 13. Da de stige med Vandet, hindre de ikke stort dets Bevægelse og Udbredelse,

i sær

i sær ikke, om Rummet over Ventilen i Roret gieres af en større Diameter end i Resten af det. Imidlertid give de Vandet dog altid en skiev Bevægelse, og ere vanskelige at passe ganske neie ind i Hulheden udi hvilken de falde.

3) De Koniske ere ulige slettere end de forrige; man seer af dem to Slags, det ene i Fig. 14. og det andet i Fig. 15. De hindre overmaade Vandets Bevægelse, hvilket, som man strax seer, maa gaae igiennem mindre Aabninger med skiev Fart. Deres Brug er derfor meer almindelig end nyttig.

4) De Cirkelrunde og platte ere to Slags: de som bevæge sig i Charnierer, og de som bevæge sig om en Axel med to Tapper. Begge ere mindre i Brug, men bedre end de forrige.

a) De med Charnierer have Fig. 16. en Axel *ab* med Tapper, som vedbørlig ere fæstede i Siderne af Spandene eller Rørene. Omkring denne kunne bevæge sig op eller ned efter, som det behøves, to Messing Halvcirkler C og C, ved Hielp af Charniererne eller Leddene i *d*. Trykker Vandet for Ex. op efter, komme de til at staae som i Fig. 17. Hvor man tillige seer, at oven paa eyhver af disse Halv Cirkler er en Knap eller Vorte, som hindrer dem i at falde alt for neie sammen, saa de derfor ved deres egen Tyngde, og det øverste Vands Trykning, igien falder tilbage, naar Vandet under dem ei meer trykker op efter. Resten behøves ikke vidtløftig at beskrives, men forstaaes af sig selv.

b) Da disse endnu give Vandet en noget mindre Aabning oven end neden til, og Ventilen desuden kan let slides i Leddene, saa ere de Circulaire uden Leed bedre. De bestaae Tab. XIV. Fig. 5. af to Cirkelstykker af Messing A og B, den ene større end

den anden, for Ex. naar Cirklens Halv Diameter er ac, bliver $ab, \frac{7}{12}$ af samme, og $c, \frac{5}{12}$. Disse Cirkelstykker, som begge udgiør en heel Cirkel, legges ind i en kanted Axel EF, bevægelig om sine Tapper d, hvilke holdes oven til med Skruer i Randen af Spanden eller Roret, som Ventilen aabner og lukker. De slaae an, den større oven over den anden neden under Randen af Roret eller Spanden, naar de ligge Horizontal og lukke til. Trykker Vandet op efter, da er Trykningen paa det større Snit større end paa det mindre, Ventilen maa derfor aabne sig og bevæges over Axlen, indtil den staaer Vertikal. Men da den bør staae paa Siden af Axlen i denne Stilning, og ikke over dennes Hvile-Linie, saa virker dens Tyngde paa en Vegtstang, der gaaer fra Cirkelsnittet selv ind til Midlinien af Axlen; den maa derfor af sig selv falde ned efter, saasnart som Vandet i sin Trykning op ad giver efter.

§. 264.

Om Pumpe-Spande uden Rørning.

Angaaende Spandene selv ville vi kortelig agte, at de bør giøres, i Verker af Vigtighed, stærke og vel forsynede med Læder paa Siderne af Roret, saa de slutte neie. En af de store Ulejligheder i Pumperne er unegtelig, at Læret i Spande og Ventiler snart forbruger sig, saa man idelig maa forbedre, uagtet alle derimod optænkte Midler *). Men en Vanskelighed, som i Henseende

*) Om Ventilernes og Spandenes Indretninger findes udførlig Efterretning hos Leupold Theat. Machin. Hydraulic. part. 1. og Belidor Architect. Hydrauliqve Tom. 2. Liv. 3. Chap. 3 & 5.

seende til de Mekaniske eller bevægende Kræfter er af større Betydenhed, er Rivningen, som rører i Spandens Bevægelse en Deel af Kraften. Da man haver optænkt adskillige Midler til at indrette Pumpe-Verker uden Rivning, ville vi deraf forklare Hoved-Posterne.

En Spand uden Rivning foreviſes Tab. XIV. Fig. 1. ABDC og CEFD ere to Stykker Træe, udhulede i Midten efter en Diameter som *ef*, den Cylindriſke Udhulnings Høide er 2 til 3 Tommer. Disse udgier saaledes, naar de legges over hverandre, to Budiker, i hvilke Spanden kan bevæges op og ned. Den selv gieres saaledes: *keghf* foreſtiller et cirkulair Lær, hvormed den Cylindriſke Hulhed udi CEFD tapetſeris, Randerne af Læret legges ud over Kanterne af Træe-Cylindren i *ke* og *fl*, hvorpaa den øverſte Træe-Cylinder legges over den underſte og over Randen af Lær-Cirklen. Begge Cylindrerne fæſtes derpaa ſtærk i hverandre med Jernbolter og Skruer, som Figuren viſer. Med Lær-Cirklen ſammenſøies en Meſſing-Cirkel *an*, men af mindre Diameter; med den henger faſt Jerngrebet GHI, og Stangen OH, hvorved *eghf*, ſom en Art Poſe, kan trækkes op og ned om 4 til 5 Tommers Høide igiennem Aabningen HN, ſom gaaer midt og heel igiennem begge Cylindrerne. J Q er i denne Spand lagt en Ventil. M er Sue-Røret med ſin Ventil, og N Pumpe-Røret, udi hvilket Vandet løftes.

Man ſeer, at Lær-Spanden altid bevæges imellem Vand og Vand. Den er derfor uden Rivning. Man kan ved den ikke løfte høit, ſaa at Slagene derfor deſto hurtigere maa følge paa hverandre. Er *gh* ſtor af Diameter, da bliver Spandens Bevægelſe

vægelse besværlig. Er den liden, kan ikke uden lidet Vand hvert Pumpe-Slag løftes.

§. 265.

Beskaffenheden af det Hasqvinske Pumpe-Verk.

En anden Maade, at hæve Rivningen paa udi Pumperne, forekommer i det Hasqvinske Pumpe-Verk, hvis første Idee bestaaer i følgende: CD er Tab. XIV. Fig. 3. en Cylinder med to Ventiler udi A og B. BD er Sue-Røret, AC Røret, hvori Vandet stiger. Den Deel af Røret AB er forenet med et andet Rør FG, hvilket igien løber ind med Enden G i et Rør IH, udi hvilket den massive Cylinder LK, som ikke slutter neie paa Siderne med IH, bevæges op og ned. I Cylindren IH er en Deel Qvægsølv, hvilket, naar LK er stødt ganske ned i IH, stiger udi FG, for Ex. til den Linie *c b*. Løftes derpaa LK ganske, falder Qvægsølvet ud af FG ned i IH. Luften fortyndes derved i BA og FG, saa Vandet maa i Sue Røret BD stige, og endelig flyde op efter flere Slag til BA. Thi naar LK igien falder, stiger Qvægsølvet saavel i FG som i Røret IH, imellem dets Sider nemlig og Siderne af LK. Derved trykkes først Luften og siden Vandet ud igiennem Ventilen A. Dette sidste stiger saaledes ved hvert Slag idelig høiere og høiere i Røret CA, og ligeledes Qvægsølvet, naar Ventilen A aabnes i Røret HI. Thi imod hver 14 Tomme Vandet stiger høiere i AC, maa Qvægsølvet i HI stige en, fordi begges specifike Tyngder ere at regne omtrent som 1 : 14.

Saaledes kan ingen Rivning have Sted, fordi LK bevæges bestandig i Qvægsølvet; og man seer ydermere, at ved denne

denne Pumpe Vandet kan løftes, som i Tryk-Verkerne, saa høit man vil, alene at den Høide, hvortil Qvægsølvet stiger, for saavidt det trykker Vandet, er $\frac{1}{14}$ af Vandets. Desuagtet er dette Pumpe-Verk i denne sin første Idee høist ufuldkomment imod de forhen forklarte, fordi en Mængde Tid tabes, uden at Pumpen trekker eller øser Vand. Thi er $ge = \frac{1}{14} cC$, da løber intet Vand ud af Pumpen i det LK falder, førend at Qvægsølvet haver igiennemløbet den hele Linie eg, fra at være faldet til Linien cb. Vandet flyder alene ud i den korte Tid, imedens at Qvægsølvet stiger over ef. Ligeledes begynder Vandet ikke at stige i Sue-Røret, før i det LK stiger, Qvægsølvet haver igiennemløbet fg.

Hvorledes disse og andre Feil kunde hielpes, er blevet fuldkommen vel viist af Herr *Desaguliers* *); men vi ville dog ikke være vidtløftige i at beskrive den beste Maade, hvorpaa man kan betiene sig af disse Pumper, fordi de i stort falde virkelig kostbare, formedelst den Mængde Qvægsølv de behøver, og i denne samme Tilfælde bliver i de forbedrede Maskiner Tyngden af Qvægsølvet meer ansеelig, saa Fordelen af at have forekommet Rivningen ikke meer bliver betydelig.

§. 266.

En Art af Vand-Puster uden Rivning.

Det er i samme Henseende at man haver optænkt Pumpe-Verket Tab. XIV. Fig. 2. udi hvilket i steden for Spande bruges en Art af Vand-Pustere. ACDB er et firkanted Kar, hvis evere

*) Transact. Anglic. No. 370. og Experimental-Physik 12te Lection.

overe Laag AB udgiør det ene Bundstykke til Pusterne, som sees umiddelbar under det i Figuren. Dette Kar er aabent i Bunden, for at kunde sættes ned i en Dam, eller hvad andet Vand, som man selv finder for got at udpumpe, saa at de nederste Ventiler *a* og *b* kunde gaae vel under Vandet. Disse Pustere bevæges op og ned ved Vegtstangen IH, hvis Hvile-Punkt er i G. Ved nedgaaende trykker Luften Vandet neden fra op i de underste Ventiler ind i Pusterne; i opgaaende trykkes Pusterne sammen, og ved denne Trykning flyder Vandet ud igiennem Ventilerne oven til *o* og *n*, Vandet stiger saaledes alt høiere og høiere i Røret KL, indtil at det endelig flyder ud igiennem Renden i M. E og F stive Maskinen og Stellagen, hvorpaa Vegtstangen hviler.

Man seer strax, at den Rivning, som Pusternes Sammenfoldning forvolder, bør være ubetydelig. En betydeligere Modstand er den, som kommer deraf, at Vandet under Pusternes Sammentrykkelse maa gaae af et videre i et engere Rum. Desuagtet bør denne Maskine altid anseés som meget fordeelagtig udi Brugen, saa længe som Høiden af Røret KL ikke er stor; thi Vandets Trykning er som Høiden i Pusternes Grundflade. Hvor Vandet ei skal løftes høit, er den derfor ligesaa tienlig, og maaskee endnu tienligere at bruge end Vandskruen, og det skraacliggende Pater-Noster Verk.

Tiven-

Tivende Forelæsning.

Om de fornemmeste Maader, ved hvilke Pumpe- og Tryk-Verkerne sættes i Bevægelse.

§. 267.

Efterat have forklart de fornemmeste Beskaffenheder af Pumpe- og Tryk-Verkerne, er det af Vigtighed kortelig at vise de fornemmeste Maader, hvorpaa de kunne sættes i Bevægelse. Af alle er ingen simplere end den almindelig bekiendte ved Vegtstangen, anlagt som i Tab. XIV. Fig. 6. hvor man tillige seer Giennemsnittet af en enkelt Pumpe til gemeen og sædvanlig Brug. I hvis Indretning det fornemmeste er, at Vandet i stigende immer gaaer fra mindre til større Aabninger, som Figuren tydelig viser.

De fornemmeste Maader, hvorpaa Pumpe-Verkerne kunde bevæges, anføres. Og først om Bevægelsen ved Vegtstangen.

I Fig. 7. sees en ligesaadan Vegtstang A*n*C, men den er der anlagt i Enden af en Cylinder AB, fra hvis Mitte *c* en Stang *c a* stikker ud, ved hvilken udi *a* Pumpestokken henger. I alle deslige enkelte Pumper er det tienligt, at Stangen A*n*C gieres af nogen Tyngde; thi da man sædvanlig antager, at Spanden falder ved sin egen Tyngde, haver Kraften under dens Fald intet andet at giøre, end at løfte Vegtstangen A*n*C, hvilken derimod

imod, ved at falde ned efter, hielper igien Kraften ved sin Tyngde og Vægt at trekke Spanden op igien tilligemed Vandet.

Var derimod Pumpe-Verket dobbelt, som om i *b* endnu var en Pumpestok anhengt, da er Stangens Tyngde til ingen Nytte, fordi hvad den befordrer Stigningen i den ene af Spandene, hindrer den igien samme i den anden af dem.

§. 268.

Bevægelse ved Svinget.

I enkelte Pumper kan derfor ligeledes med Nytte en Art Pendul anvendes, saaledes som samme foreviſes ved AB udi Fig. 8. En saadan Tyngde henges udi Fig. 7. fast udi B, for at lettes af den bevægende Kraft under Faldet af Spanden. I Fig. 8. hvor Vegtstangen *op* bevæges ved Foden, og samme af Kraften ikke kan trekkes op igien, giør den i et dobbelt Pumpe-Verk den Nytte, at den i at falde, driver *op* op igien tilligemed den af Spandene, som henger ved *b*D, da derimod den bevægende Kraft alene kan bevæge ved at træde ned efter, og lester derved baade Pendulet AB, og den Spand som henger i *a*C. Resten af denne Bevægelses Maade forstaaes af Figuren.

§. 269.

Ildsprøiterne beskrives.

Ved Vegtstænger bevæges ligeledes de fortreflige Tryk-Verker, som man sædvanlig kalder Ildsprøiter, hvoraf man finder tre Slags foreſtilte Tab. XIV. Fig. 9, 10, 11.

Ildsprøiten i Fig. 10. bestaaer af en stor og vel forsynet Trækasse ILMK, under denne Kasse legges gemeenlig en Art Vogn, saa den magelig og efter Fornødenhed kan føres fra Sted

til

til andet. Inden i Kassen ere to Metal Støvler eller Pumper og Trykke-Rør A og B anlagte, paa den Maade som Figuren viser. Disse Rør ere forsynede med Ventiler i Bunden udi *a* og *b*; Fra deres Sider løbe to Knæ-Rør ud, med hvilke ved Skruer og mellemlagt Læer to andre N og O ere sammenføiede, som løbe begge sammen, og slutte sig i et eneste Rør C. I *c* og *d* ere Ventiler, som vel tillade Vandet at træde op i Røret C, igiennem det videre hen i D, og endelig op i Slangen, som hæftes paa udi E, men ikke at flyde tilbage igien ned i Pumperne. F og G ere Vegtstænger, bevægelige omkring Hvile-Punktet H, hvilke kunde gjøres saa lange som man selv behager. I *e* og *f* ere Pumpe-Stokkene paahengte.

Bevægelsen forstaaes let. I opgaaende trække Spandene A og B ved Hielp af Ventilerne *a* og *b* Vandet op i Pumpe-Rørene, hvilket bestandig øses oven ind i Karret ILMK. I nedgaaende derimod trykke de Vandet op igiennem Ventilerne *c* og *d*, ind i Røret C. I hvor lang at end Slangen er, maa Vandet i den stige til det allerøverste, om Vandets Høide i Slangen og Røret C multiplicert med Grundfladen af Spanden, og videre med *e*H, ikke overgaaer alle Momenterne af de paa de lange Vegtstænger tillige trykkende Kræfter. Da i denne Maskine bestandig to Pumpestokke bevæges, flyder Vandet idelig ud af Slangen.

§. 270.

En ligesaadan Maskine forevises i Fig. 11. men med Vindkammer A, Slangen, igiennem hvilken Luften trykker Vandet op efter, anlegges udi B. Øses Vand oven ind i Karret CDEF, Ildspreite med Vindkammer.

som fatter den hele Maskine, da sues, i det Spandene stige, Vandet op igiennem Ventilerne *a* ind i Pumpe-Rørene; naar de igien gaae ned, trykkes det ind i Vindkammeret eller Karret AB, udi hvilket Luften idelig meer og meer sammentrykkes, som derfor ved sin Igienvirkning driver Vandet op i Slangen.

Man gior af disse sidste, saaledes som det forestilles Fig. 9. en Art Pumpe med Vindkammere, hvilken giver en immerstigende Vandstraale, uagtet at Tryk-Verket er enkelt. B er Pumpe-Røret, som er forsynet neden i med en Ventil, og sættes i Vand. A er Vindkammeret, vel forsynet overalt mod Luften; E er et Rør, som gaaer ned til Bunden af A, og er oven til loddet fast til samme. Ved C er et Communications-Rør, igiennem hvilket ved hvert Slag gaaer i Begyndelsen meer Vand, men siden lige saa meget ind i Røret, som der igiennem Cylindren E i Spandens op og nedstigende kan flyde ud.

§. 271.

Hvorledes Spandens skieve Bevægelse kan hielpes.

I Bevægelsen ved Vegtstangen er det en betydelig Uleilighed, at Stangen, som Spanden henger i, bevæges skievt, saa denne derfor trykkes, snart meer, snart mindre ind imod Pumpe-Røret, hvorved Læret slides, og Rivningen anseelig formeres. Man seer denne skieve Stilning forestilt i Tab. XIV. Fig. 10. ved A. Den er størst, saatidtsom Stangen er sat saaledes fast i Spanden, at den ene ikke kan bevæges anderledes end den anden. Mindre derimod, om Stangen er ved en Krog, som i Fig. 11. heftet ved Spanden, saaledes, at den under Bevægelsen kan lade sig boie hen

efter

efter Siden, uden at Spandens vertikale Stilning i Pumpe-Røret derved hindres.

Man forekommer aldeles Stangens og Spandens ulige Bevægelse, hvor Maskinens øvrige Indretning det vil tillade, ved at betiene sig af takkede Cirkelbuer eller Stykker Hiul, paa den Maade, som forevises i Tab. XV. Fig. 1. Hvor ved A ere de takkede Cirkelstykker, i B Pumpestokkene, til hvilke i C Spandene skrues. Hvor det ikke er til Hinder, gier man desuden vel i, at lade Stængerne B bevæges i dybe Rander af Tritser, som anvises udi D, fordi man kan befrygte, at efter nogen Tid Takkerne af Hiulet ei maatte meer bestandig falde ind i Takkerne af Stængerne, om disse sidste glide af paa Siderne.

§. 272.

Man forekommer ellers, ved at giøre Stængerne til Spandene lange, at disse sidste ei saa heftig gnies imod Siderne af Pumpern, som ellers. Dette bør især iagttages, saatidtsom Bevægelsen skeer ved Haandvinderne eller ved de saa kaldte krumme Tappe. Saaledes seer man strax i Tab. XV. Fig. 4. at om *ab* er Halv-Diametern af den krumme Taps Cirkel, først i det Tilfælde, da Pumpe-Stangen *cb* er kort; for det andet i den, da samme er lang, bliver Vinklen *bca* ulige mindre i sidste Tilfælde end i den første, følgelig og Spandens Trykning ind imod Siden i samme mindre.

Man finder hos de Mekaniske Skribentere adskillige Maader, som ere blevne optænkte, for at afhielpe den krumme Taps eller Haandvindens Uleiligheder i denne Henseende. Vi ville her iblant

iblant adskillige ikke ansees uden et par, som vises den ene i Fig. 3. hvor *c d* er Haandgrebet eller den krumme Tap, der kan videre sættes i Bevægelse paa en af de Maader, som siden vises, og endnu paa andre. Den bevæger sig i et til den passende Indsnit *a b* i et stærkt Bret AB, hvilket igien kan glide op og ned i begge Side-Stolperne udi Revler eller Skurer, som *e f*, saaledes som Figuren viser. Da Pumpe-Stokken D henger fast i Brettet AB, seer man strax, at den maa paa det nærmeste gaae lige op og ned, men desuagtet vindes virkelig ikke noget i Henseende til Rivningen, som bliver desto større i *e f*. Det eneste, som paa denne Maade kan vindes, er at Læret i Spanden ei saa stærk slides, som i de sædvanlige Tilfælde.

Den anden sees i Fig. 5. hvor som før *c d* er Haandgrebet, der bevæges inden i den ovale Ring *a b*, hvilken med den stiger op, og falder; imidlertid at Haandvinden selv i denne Oval kan glide paa Siden. Uagtet at Pumpestokken henger fast ved *a b*, seer man dog strax, at Bevægelsen maatte blive svankende, om Pumpestokken ei blev stivet til at gaae lige op og ned ved Tritserne *e*. Men det er unegteligt, at Rivningen af Haandvinden imod *a b*, og Tridserne i *e* bliver saa ansеelig, at man ingen anden Nytte kan vente sig af denne Indretning, end den er, som vi nyelig talede om i næst foregaaende.

§. 274.

Pumpernes Bevægelse ved at træde.

I Tab. XV. Fig. 2. vises en af de fordeelagtigste Maader, som Folk i Pumpning kunde bruges paa. De bevæge nemlig Pumperne ved at træde i A og B, saa de derved have al mulig

For-

Fordeel af Legemets Tyngde. Desuden hielpes de ved Vegtstængernes Ab og cd Forhold : ab og ed.

§. 275.

Maade at bringe Vandet ved et Tryk-Verk op af dybe Brønde.

En i Brugen bequem Maade ved Hielp af et Tryk-Verk, at trekke Vandet op af dybe Brønde, foreviſes i Fig 6. FG er Brønden. BC et Rør, forſynet med en Ventil udi n, ſom aabner og lukker for Vandet i den neden under liggende Deel af Røret np, hvilken egentlig med BC udgiør Tryk-Verket, ligeſom Røret qa udgiør Sue-Verket, hvilket ſidſte er igien i a forſynet med en Ventil. Pumpeſtokken Eq bevæges ved Hielp af Vegtſtangen Ds, hvis Hvile-Punkt er i S. Naar Pumpeſtokken trekkes op, ſtiger Vandet i aq, og trykkes igiennem Ventilen n op i Pumpe-Røret BC, naar Pumpeſtokken igien drives ned efter. Vandet flyder ud i A.

§. 276.

Hvorledes Pumperne kunde ſættes i Gang ved Heſte.

En Maade, hvorpaa Heſte kunde anvendes til at bevæge Pumperne, hvilken og ved Bergverke med Fordeel kan bruges, ſees i Tab. XV. Fig. 7. hvor A foreſtiller en Koniſk Opſtander, ſom leber om ved Tapper udi a og b, naar Heſtene, ſom ſpendes for i f, gaae om. Tappen i a er forlænget, og giør i Enden en Haandvinde c, fra hvilken gaaer en Kiede cd, der bevæger Vippen dco, hvilken foreſtiller en Vegtſtang med lige Arme eo, til hvis yderſte Ender udi e og o Pumpeſtokkene ere heſtede. Man ſeer let, hvorledes paa ſamme Maade flere Pompeſtokke tillige kunde bevæges.

Saaledes som Maskinen her er tegnet, gier den endnu en anden Nytte, nemlig ved Kieden *q s t*, at trekke Erts, eller hvad andet man vil, op af Gruben. Ved Stokken *r* befordres Snorens stadige Gang og Omvendning omkring A.

§. 277.

Ligeledes ved Vinden.

Man kan paa mange andre Maader bevæge Pumperne ved Heste, de ere deels opfundne, deels saa let at opfinde, saa vi ved den ei ville opholde os. I den Sted ville vi i et af de simpleste Tilfælde vise, hvorledes Pumpestokkene ved Vinden kunne bevæges, og det saa meget meer, som dette Slags Maskiner ere heistnyttige til Vandets udøselse af moratsige og nedrige Marker, saa tit som man haver det tilbørlige Affald; Men hvor en idelig gaaende Udpumpning af Vand behøves, er Vinden ikke den Kraft, som kan bruges. Man seer denne Maskine i Tab. XVI. Fig. 4. AB er en af Vingerne, hvis Jern-Axel ligger an, og kan velte om i *a* og i *o*. Denne Axel er under Axlen eller Midtlinien af Pumpe-Reret udarbeidet udi *n*, som en Haandvinde eller krum Tap, udi hvilken Pumpestangen henger med Spanden *q*; Pumpe-Rørets Ventil derimod er i *p*. Vandet øser sig ud i *r*, for der at flyde af. Pumpe-Reret gaaer fort heel ned igiennem til S, hvor en Sumpe er udgravet, udi hvilken Vandet samles fra den hele Egn. C er Vingen, hvorved Maskinen vender sig selv.

§. 278.

Saa og ved et tilflydende Vand.

Iblant alle de Maader, hvorpaa Pumpestokkene kunde bevæges, er ingen bedre end den, da man kan anvende et stadigt og jevnt

jevnt styrtende eller med tilstrekkelig Hastighed tilflydende Vand. Da en af to Hoved-Tilfælde møder; den første: naar Vandet umiddelbar kan henføres til at bevæge Vandhiulet strax ved det Sted, hvor man vil have Vand løftet eller trykt op efter, eller og nogen anden Virkning giort. Den anden: naar Vandet ligger langt borte fra det Sted, hvor Virkningen skal skee. Vi ville oplyse begge.

Beskrivning af den Nymphenborgske Maskine.

En af de fordeelagtigste Maader, som man kan bruge, naar i første Tilfælde mange Pumper tillige skulle bevæges, er den, der foreviser Tab. XVI. Fig. 1, 2, 3 og 5., udi hvilke de samme Stykker af Maskinen ere betegnede med samme Bogstaver og Tal. Denne Maskine er anbragt ved den Churfyrstelige Have i Nymphenburg i Baiern. Den trykker Vandet 60 Fod høit op i en Vandkiste eller Bassin, hvorfra det igien igiennem Rør flyder ned, for overalt at underholde Haven med Spring-Vande.

Den hele Maskine forestilles udi Perspektiv i Fig. 1. hvor P forestiller Vand-Renden, igiennem hvilken en Aae styrter ind paa Vand-Hiulet A, hvilket Figuren tydelig viser, hvorledes ligger an paa sine Tapper; men man seer tydeligere i Opritset Fig. 2. og i Grundritset Fig. 3. hvorledes disse Tapper forlængede giøre udi 1. to krumme Tappe, hvilke ved Hielp af Jernstængerne 2. bevæge Bielkerne B udi Fig. 2 og 1. hvilke velte igien om deres Tapper. Igiennem enhver af disse Bielker stikke 3 Jernstænger *nd*, som tydelig sees i Fig. 1 og 5; i dem henger Pumpestokken 3, som ved Bielkernes Sving eller Balancements gaaer op og ned, for først at trekke Vandet ind i Pumpen, og siden igien at trykke det videre op i Heiden.

Nemlig disse Pumper sees i Perspektiv Fig. 1, 6. paa hver Side af Vandhiulet, de halve sees i Opritset Fig. 2. og alle 12 i Grundritset Fig. 3. Fra disse Pumper løbe igien Side-Rør, som sees Fig. 1. udi 4. hvilke paa beherig Maade saaledes ere forsynede med Ventiler, at naar Vandet først ved det ene halve Sving af Bielkerne B, da Stokken stige, er steget i Pumpen, det derpaa igien i det andet Halve, naar Stokkene falde, trykkes op i disse Rør, hvoraf hver tre ese sig igien ud i de Vertikale Rør 5. der ligeledes ere forsynede med Ventiler; hver to Rør som 5 samle sig igien i Hoved-Røret 6, som fører Vandet hen i den store Vandkiste.

§. 279.

Stang-Verkernes Beskrivning.

Ligger Vandet langt borte fra det Sted, hvor Virkningen skal gieres, som i Bergværkerne, fra hvilke det undertiden er borte paa halv og heel Miils Distance, da betiener man sig af de saa kaldte Stang-Verker, hvorved Pumperne bevæges. Et saadant Stang-Verk sees udi Fig. 8. A forestiller Vand-Hiulet, der haver Fielle, paa hvilke Vandet slaaer an i *d*, som sædvanlig og i Fig. 9. Enden af Tappen, hvormed det ligger an, som de før beskrevne Hiul af samme Slags, er udarbeidet i en krum Tap *b*, med hvilken igien Stangen *c* henger sammen, hvilken trekker Rekke-Verket *edgf*, udi hvilket alle Stængerne, som *hi*, henge fast med Enderne. Enhver af disse sidste hviler paa en stærk Bolt, som sidder fast i to Vertikale Stolper *kl* og *on*, ladende imellem sig en Aabning, igiennem hvilken Stængerne, som *hi*, frit og uden Hinder kunde bevæges. *de* og *gf* og samtlig Stængerne med dem

dem gaae med imodsat Bevægelse, den ene frem, den anden tilbage, hvorved Korset *efq*, i hvis Ender Pumpestokkene *p* henge, gaae op og ned, saa den ene Pumpe suer Vandet, imidlertid at den anden trykker det heiere op, og omvendt viis. Denne Maade at anlegge Stang-Verkerne paa, er især deri bequem, at alle halve Stænger, som *hk*, holde de andre halve, som *ki*, immer Ligevægt.

Man seer i Fig. 9. en anden Maade, at anvende Stange-Verket paa, den er i sig selv af det forhen sagte saa let forstaaelig, at vi ei ville opholde os ved dens udførligere Beskrivning.

§. 280.

Beskrivning af Maskinen ved Marly.

Det er ved Hiul og deslige Stange-Verker, at den største Vand-Maskine iblant alle bekiendte regieres, jeg mener den til Marly i Frankerige, som skal have kostet 20 Millioner Rixdaler. Den anseres her alene i den Hensigt, at man kan eiensynlig see, at det ikke er uden ved de simpleste Maskiners lette og fornuftige Sammensøielse, at de allerstørste Virkninger tilveie bringes. Ved denne Maskine trykkes Vandet 500 Fod i Heiden, føres efter Horizonten 3700 Fod bort fra Seine-Floden, udi hvilken Maskinen er anlagt, til at flyde over murede Vandledninger, fra hvilke det igien flyder af i Render, til Marly, Trianon og Versailles, til hvilke Steder den uddeelte, naar den var i sin største Virkning, meer end 160000 Kubikfod Vand i 24 Timer.

Ideen af denne hele Maskine er intet mindre end vanskelig. Den bestaaer af 14 Hiul, hvilke virke alle paa samme Maade, saa at man i at have Ideen af et og dets Maade at virke, tillige forstaaer alle de andre. Vi ville ikke opholde os ved at tale om, hvor-

ledes disse Hiul, som drives af Flodens Vande, ere forsynede saavel i Grunden, som med Stieboer. Da Hoved-Ideen af de sidste er her den samme, som den forhen givne ved andre Vandhiul, og det, som Grunden angaaer, bliver forklart i det følgende. Vi ville alene opholde os kortelig ved det Mekaniske af Maskinen, som vises Tab. XVII. Fig. 1, 2, 3, 4, 5, 6. Nemlig Fig. 1 og 2. ere Opritsene af begge Hiulene seete fra begge Sider. Fig. 3. er Grundritset. Naar de sammenlignes, begriber man strax uden Møie, at Tapperne i det store Vand-Hiul A slutter sig med to krumme Tappe eller Haandgreb 1 og 2. Haandgrebet 1. bevæger Fig. 1 og 3. Bielken 3, denne igien Vippen 4; af denne sættes igien Stangen 20 i Bevægelse, og Vegtstangen 7, fra hvilken sidste igien to stærke Bielker 8 henge ned, til enhver af hvilke ere hestede 4 stærke Jernstænger, som svare til ligesaamange Pumper og Tryk-Verker, der sees i Fig. 3 udi 5. Det forstaaer sig fast selv, at den halve Deel af disse Pumper suer Vandet op af Floden igiennem Rørene 10, imidlertid at den anden halve Deel trykker det ind i Røret 13, igiennem de fra Pumperne lebende Vertikale Side-Rør, som Figuren tydelig viser. Desuden er endnu paa Stængerne 8 i 9 en simpel Pumpestok til Pumpe uden Tryk-Værk anlagt, for at holde Karret 12 bestandig fuldt med Vand, saa Luften ei skal kunde trænge ind i Pumpe-Rørene og Tryk-Verkerne. Denne Pumpe og dens Rør forestilles i Fig. 3. ved 11.

Røret 13 fortsættes siden, som man seer i Fig. 6. til en stor Vandkiste i B, hvor Vandet øser sig af 600 Fod fra Vand-Hiulet A, efter at det ved denne første Trykning haver igiennemløbet en Vei af 100 Ruther, og er steget til en Høide af 150 Fod.

I B er igien et Tryk-Verk anlagt, hvilket regieres ved Stang-Verket, som sees i Profil Fig. 5. Det i B værende Tryk-Verk fører Vandet igiennem Røret C (Fig. 6.) videre fort til D, som ligger 175 Fod høiere end C, og 324 Franske Ruther fra Hiulet og Floden; I D flyder det igien ind i en ligesaadan Vandkiste, som den forrige, hvorfra det atter ved et nyt Tryk-Verk igiennem Røret F føres op over Vandledningen E, til en Høide af 177 Fod over den i D, og 614 Ruther fra Floden.

For videre at forstaae Tryk-Verket, maa man i Fig. 3 og 2. besee Haandgrebet 2, som trekker frem og tilbage Stangen 6, hvilken igien sætter Vegtstangen 14 i Bevægelse, ved hvis Sving de to Stænger 15, 16 sættes i Gang, og ved dem igien saavelsom Stængerne *a* to Vipper, som sees i Opritset Fig. 2. under Tallene 17 og 18. Man forstaaer dette sidste endnu bedre ved Grund-Ritset Fig. 3, udi hvilket de samme Tal tilkiendegive samme Stykker, man seer der tydelig, hvorledes Stangen *a* fatter Vippen, og sætter den i Sving. Enden af Vippen 19 trekker Stang-Verket, som løber hen efter 20, og hvoraf Fig. 4. et overmaade langt Stang-Verk udi 21 er en Fortsættelse. I det giere Stængerne *bc*, der staae 18 Fod fra hverandre, som i alle andre deslige Verker, Bevægelsen af Rekke-Verket jevn og usvankende, hvilken derpaa fortsættes ved Hielp af Vipperne 22, 23. til Pumperne 24. udi G, hvor Opritset forestiller en Profil af Tryk-Verkets Anlæg, hvad heller man vil i B eller D, da det er i begge omtrent det samme. 25 er Røret, hvori Vandet fra disse Pumper af bringes videre fort efter det forhen

hen sagte. Pomperne i G ere, som Figuren viser, afdeelte i to adskillige Verker, af hvilke enhver for sig kan i Udbedrings-Tilfælde lukkes et af fra det andet, saa det ene kan ligefuldt arbeide, imidlertid at det andet hviler, og staaer under Arbeide. Det er ved Hiulene *o* og 26 saavelsom ved de Tritser Figuren viser, at man da regierer Ramstykkerne, der adskiller begge Verkerne, saa at det, der skal udbedres, kan staae tørt. Hiulet *o* bevæges ved en Haandvinde.

Videre behøves ikke for at have Hoved-Ideen af denne mageløse Maskine.

Een

Een og tivende Forelæsning.

Om Ild-Maskinen.

§. 281.

Iblant de store bevægende Kræfter bør Ilden regnes, skiønt den ikke kan saavel anvendes i Maskinerne ved sig selv umiddelbar, som meget meer ved at sætte andre elastiske Materier, som Luften og Vandet, og alt hvad der lader sig opløse i en elastisk Eem, i Bevægelse, da ved disse elastiske Materiers Anstød Maskinerne igien bevæges. At giøre paa denne Maade af Ilden en Mekanisk Kraft, er en af de nyeste Opdagelser; alt hvad man desangaaende finder hos de ældre, bestaaer (uden at tale om de saa kaldte Æolipiler, der ikke høre til Maskinvæsenet) i en Anvendelse af Ilden, til at drive ved Hielp af Røgen og den med Røgen i Skorstenerne Cirkulerende Luft, Stegvendere om. Skiønt disse Maskiner ere i sig ubeqvemmere, end de, som drives med Lod, hvilke vi gemeenlig i vor Tid bruge; vises dog af dem et Udkast i Tab. XIX. Fig. 4. for at forevise disse Slags Maskiner i deres simpleste. A forestiller en Ende af et Skorsteens Rør; B Skorstenens Pyramidale Sider. Ved C er et Spield. Jernstangen *c* kan bevæge sig i *b* og *g* rundt om; Den bær oven til 4 Vinger *a*, som en Art af Mellevinger. Ilden paa Gruen D fortynder Luften, hvilken tilligemed

Ilden henhører iblant de store Mechaniske Kræfter, da man kan betiene sig af den paa adskillige Maader, men især ved Vandets Opløsning i Eem.

gemed Røgen, der ofte ikke er mindre elastisk end den selv, circulerer op i Skorsteen-Røret, støder an paa Vingerne *a*, og driver derved saavel dem selv, som Jernstangen *c* om. Med den bevæger sig Driften *d* omkring; Ved den sættes igien dens Axel i Bevægelse, hvilken kan velte om i *b* og *b*. Derved løber Skiven *k* med Snoren *l*, saavelsom Skiven *m* om, og med denne sidste Spedet, som kan velte om over Bukkene i *n* og *n*.

§. 282.

Deri bestaaer fast de ældre Mechanici deres hele Videnskab i at betiene sig af Ilden i Maskin-Væsenet, indtil at Herr Amontons *) foreslog sit Ildhiul, hvilket blev sat i Bevægelse ved en i det indsluttet og af Varmen fortyndet Luft. Men denne Opfindelse er i Brugen ei let anvendelig. Herr Papin i Hessen, og Herr Savery i Londen arbeidede derimod paa samme Tid begge, een uden at vide af den anden, paa Ild-Maskinernes Fuldkommenhed; det er Maskinen af Savery i sin sidste Fuldkommenhed, hvilken vi i det følgende beskrive, da den til Anvendelse i Brugen er fordeelagtigere, end den Papinske **). I denne Beskrivning følge vi aldeles Herr Belidor ***), alene at vi forud kortelig udførligere igientage, hvad vi forhen have sagt §. 4. Pneumatik, at naar Vandet

*) Memoires de l'Acad. Royal. des Sciences 1699.

**) Om den kan sees Papini ars nova ad aqvam ignis admin. elevandam. Leupold theatr. Machin. gen. Cap. IX. §. 389. Muschenbroek Physik Tom I. Chap. XXV.

***) Archit. Hydraul. Part. 1. Tom. 2. Liv. IV. Chap. III.

Vandet ved Ilden opløses i en Eem, omtrent 14000 gange tyndere end Vandet, da saa længe som denne er varm, er dens Virkning den samme, som den sædvanlige Virkning af en elastisk Luft, der søger at brede sig ud i et større Rum med anseelige Kræfter, hvilke Eemen igien ganske taber, saasnart som den bliver kold. Ild-Maskinen derfor, saaledes som vi i det følgende beskrive den, gior sin Virkning derved, at vexelviis Eemen af det kaagende Vand afløses med kolt Vand paa denne Maade.

§. 283.

Beskrivning af den Saveriske Ild-Maskine.

Fig. 1. i den XVIII. Tavle foreviser hele Opritset af Maschinen. I det er A den øverste Deel af en indmuret og oven til med hvelvet Dekkel *a a* stærk forsynet Kiedel, hvoraf Giennemsnittet viser i Fig. 1. Tab. XIX. Under Kiedlen er, som Figuren videre viser, en Ovn, ved hvis Ild og Lue Vandet i Kiedlen kaager, og under Kaagningen opløses i Eem. I *c* er et Cylindrisk Rør *b*, loddet til Deklen af Kiedlen med den ene Ende, da det derimod med den anden løber op i en Cylinder B, udi hvilken en Dekkel D, som slutter paa alle Sider neie med Cylindren B, kan bevæges op og ned. Ved en Skive, hvilken sees Tab. XVIII. Fig. 6. og som under Bevægelsen af Maskinen snart skyder sig for Aabningen *c*, og snart igien lader den aaben, bliver Eemen igiennem *b* indladt i B, hvorved Deklen D stødes opad. Strax derpaa derimod (som siden nærmere forklares) lukkes Aabningen *c*, saa at Eemen ei meer kan igiennem *b* bevæge sig ind i B op imod D. Saasnart som (Tab. XVIII. Fig. 1.) Deklen D gaaer op efter, synker Enden N af Vegtstangen MN, deels ved Anstødet paa Deklen D

deels ved sin Tyngde; thi til denne Vegtstang, hvis Bevægelses Center er i *d*, er i Enden M ved E Deklen D hefter fast i en Jernkiede, og ligeledes i den anden Ende N ved H en Samling af sammenhefstede Bielker I. Til disse sidste ere Pumpestænger som *f* hefstede, saa mange som behøves, for at trekke Vandet op fra det nederste af Gruben, hvilket er den egentlige Brug, hvortil denne Maskine bestemmes. Man seer Maaden, hvorpaa Stængerne ere sammenhefstede i Tab. XIX. Fig. 3. Pumperne selv derimod, saaledes, som de ere anordnede over hinanden, vises i Fig. 2. Man seer nemlig i *p* Sueverkerne selv, som staae i Blykister *g*, saaledes at det Vand, som det underste Pumpeverk løfter, flyder ind i den ene Side af Kisten, hvorfra det igien flyder over i den anden til den udi samme staaende Pumpe, af hvilken det derpaa løftes høiere. Man seer ligeledes Pumpestængerne *f*, som vexelsviis ere anlagte paa begge Sider af Bielkerne. Ved hvert Sueverk løftes Vandet 24 Fod, hvilket endelig flyder af i en stor Blykiste *o*, udi hviken det altid holdes til samme Høide, fordi det overflødige Vand løber af igiennem et Rør, som løber ind i det øverste af Kassen.

I Kassen O er i L anlagt et Tryk-Verk, som regieres ved Bevægelsen af en Kiede, der er fæstet til Vegtstangen MN udi G. I dens Opgaaende stiger Vandet saavel i Sue-Rørene, som i Trykverket. Ved dette sidste føres Vandet igiennem Røret Q op til R, hvorfra det igiennem Renden S flyder igien ned i Kassen E, fra hvilken bestandig igiennem et Rør det kolde Vand flyder ind i Cylindren B, hvilket tilintetgiør Eemens bevægende Kræfter, saasnart som det er indfludt.

§. 284.

§. 284.

Fortsættelsen af dette Rør sees i K, saavelsom hvorledes det er bøiet med et Knæ i *m*, og løber siden ind i Cylindren B. J C er en Hane, hvilken Maskinen idelig snart lukker op og snart igien i. Naar den er oplukt, bliver tillige Aabningen i *c* tillukt af Maskinen, det kolde Vand flyder da ind i *o*, og demper strax Eemens Kræfter. Saasnart som disse ere tilintetgiorte, trykker Tyngden af Athmosphæren Deklen D ned, hvorved Enden af Vegtstangen N løftes. Strax derpaa lukkes i *l*, og i *c* aabnes, efter at det kolde Vand først er løbet igien ud af Cylindren, hvorpaa den anden Ende E igien gaaer op efter; saa man seer, hvorledes Bevægelsen af Maskinen paa denne Maade idelig, saa længe man vil, maa vedvare.

For at det kolde Vand strax igien kan flyde ud af Cylindren B, er i denne endnu loddet fast Enden *r* af et Rør *s*, som deler sig i to Grene, den lange *t*, igiennem hvilke $\frac{3}{4}$ af Vandet flyder ind i en Blykasse R, fra hvilken det igien kan løbe ud igiennem Rørene S. Enden *u* af dette Rør er forsynet med en Bly-Tyngde i Form af hængende Ventil, som Trykningen af Vandet i Røret *t* aabner. Da Vandet i R bestandig holdes høiere end Ventilen, saa forsikrer man sig paa denne Maade imod Luften, at den ei skal igiennem Røret *t* trænge sig ind i Cylindren B under D.

Den korte Deel derimod af Røret *s*, som er ganske lukt i Enden, er forenet, som man seer i Tab. XVIII. Fig. 2. med et Tver-Rør *v*, hvorfra den øvrige fierdedeel Vand flyder ind i et andet Rør *y*, som sees punktert i Tab. XIX. Fig. 1. og falder igiennem det ned i Kiedelen A. Enden af Røret *v* uden for

Kiedlen er lukt. Ved dette saaledes indflydende Vand erstattes idelig, hvad Vandet i Kiedelen immerfort taber ved den udgaaende Eem.

§. 285.

For vi foretage at vise, hvorledes Maskinen ved sine Deles Bevægelse kan aabne og lukke for Eemen og det kolde Vand i *e* og *l*, ville vi erindre:

1) At Tab. XIX. Fig. 1. sees i 2 en Kumme med Ventil, hvilken ved et Rør løber ind i Cylindren B. Igiennem dette Rør og Kummen jages af Eemen den Luft ud, som i Begyndelsen findes i Cylindren B, og siden bestandig med det kolde Vand sniger sig ind i Røret.

2) Fra Røret *k*, igiennem hvilket det kolde Vand flyder ind i Cylindren, løber af et horizontalt Rør 3, igiennem hvilket Vand flyder af oven ned i Cylindren B, for idelig at holde Læret omkring Deklen D fugtig, at ikke Luften ved dens Sider skal kunde flyde ind, eller Eemen ud. Det overflødige Vand oven i B løber ud igiennem Røret 4, som er anlangt oven i B. Fra Røret 4 flyder det ind i en Blykasse 6, af hvilken det igien løber ud igiennem Røret 6, som er anlagt øverst i Kassen; ligeledes kan dette Kar ganske udtømmes ved Røret og Hanen 7.

3) I Kiedelen selv seer man, at to korte Rør 8 og 9 ere anlagte, hvoraf Røret 8 ikke naaer ned til Vandet i Kiedelen, men derimod Røret 9. Disse Rør tiene til at prøve, om der er Vand nok, eller for meget Vand i Kiedlen. Thi aabnes Hanen for Røret 8, bør ikke uden Eem flyde ud; flyder igiennem det Vand,

Vand, er der af det for meget i Kiedlen. Aabnes Hanen i Røret 9, bør Vand flyde ud, gaaer da igiennem det ikke uden Eem, er der for lidet Vand i Kiedlen. Røret og Hanen 13 tiener derfor til, saavel i dette sidste Tilfælde, som i Begyndelsen, at lade Vand flyde ind i Kiedlen fra Karret 6. Derimod kan man igien lade det flyde ud af den igiennem Røret og Hanen 12.

4) Røret 10, hvilket i 11 er lukt med en Ventil, der ligesom de forrige er betynget med Bly, tiener til at lade den overflødige Deel af Eemen flyde ud af Kiedlen, naar Dunsternes Mængde i den er for stor, fordi man ellers maatte frygte for at Kiedlen kunde brekkes og beskadiges af Emens Kræfter. Det tiener ligeledes til at lade al Eemen ud af Kiedlen, naar man tilsidst vil standse Maskinen.

5) Røret 14 med Kummen og Ventilen i 15, tiene til at lade heedt Vand flyde ind i Kiedlen, og de med Kummen sammenhængende Rør, naar Maskinen skal begynde sin Bevægelse. Derved jages Luften ud af Kiedelen og Røret. Det hede Vand øses oven ind i Cylindern B, men flyder ind i Kiedlen og Rørene ved at aabne Ventilen 15.

6) Man seer i Tab. XVIII. Fig. 1. et Sue-Verk i 16, ved hvilket igiennem Røret 17, i Begyndelsen af Bevægelsen, fra Karret 6 Vand pumpes ind i Karret E, at det kolde Vand ikke fra først af skal mangle, som hører til Bevægelsen. Thi naar dette Vand haves, og Rørene ere blevne udskyllede, saavelsom Kiedlen med kaagende Vand, Ilden under Kiedlen brender, koldt Vand er desuden ladt ind i den, og dette opløst i Eem, saa behøves

alene

alene engang for alle at aabne for Eemen i *c*, hvorpaa Maskinen siden gaaer idelig af sig selv, og fortsætter sin Bevægelse.

§. 286.

Til at forstaae, hvorledes Aabningen *c* snart kan lukkes og snart igien aabnes, maa agtes, at Fig. 7. Tab. XVIII. foreviser Grund-Ritset af den overe Deel af den indmurede Kiedel, og dens Dekkel seete oven fra. Man seer i det alle de Huller, i hvilke de foromtalte smaa Rør løbe ind, men i *c* er Aabningen, igiennem hvilken Eemen circulerer op i Cylindren. Ved at sammenligne Fig. 7. Tab. XVIII. med Fig. 1. Tab. XIX. forstaaes fremdeles, at det øverste og underste af Kiedlen er sluttet med en plat Cirkelflade, udi hvilken Røret *b* løber ned. Igiennemsnittet igiennem denne Plade 18 vises i Fig. 3. med al Tilbehør saavel over, som under den, inden i Kiedlen neden under Pladen 18. Nemlig Fig. 6. foreviser den circulaire Skive i Grundris, som aabner og lukker Aabningen *c*, efter som den dreies enten frem eller tilbage ved Hielp af sin Hank. Giennemsnittet af denne Skive sees Fig. 5. og 3. i 21. hvor man tillige iagttager en liden rund Kugle, ved hvilken den desto lettere kan glide frem og tilbage over et Elaster 30, som er fast anlagt med Skruer i den nederste Bund 27, hvilken holdes ved 4 Piller 26, som ere fast indlagte i den øverste Cirkel 18. Denne underste Deel er saaledes hængende fast ved Laaget strax under det inden i Kiedlen. Man kan agte, at den circulaire Platte 19. forestiller alene Igiennemsnittet af Krantsen omkring Cylindren, hvilken i 1 vises at løbe omkring denne sidste i Tab. XIX. Fig. 1.

Man

Man forstaaer dette og strax følgende lettere ved at kaste Øinene paa Tab. XVIII. Fig. 8. hvilken foreviser Grundrisset af Delene under 18, i Opritset Fig. 3. Dette Grundris er teignet, som naar Delene sees neden fra 27 opad imod 18. Nemlig 18 er den øverste circulaire Plade selv eller øverste Dekkel af Kiedlen i Midten. I 30 forestilles Elastret. Ringen 27 er den underste circulaire Plade, hvorpaa Elastret og alt hviler.

Videre maa agtes; at i Fig. 4. Tab. XVIII. sees den Vertikale Axel, som gaaer igiennem det Hul, der er i Enden af Skiven 20, med hvilken den Deel af Axlen 23 slutter meget nøie. Naar Axlen i Fig. 4. derfor gaaer om, dreies Skiven 20 med frem eller tilbage. Den ene Ende af denne Axel løber rundt i et Hul 31, udi Ringen 27. Den anden Ende 22 gaaer op igiennem et Hul i den circulaire Plade midt i Laaget af Kiedlen, hvilket Hul sees i Fig. 7. Tab. XVIII. udi 26. Den Haandvinde, som der sees at løbe ud fra 26, griber ind i Axlen Fig. 4 udi 25. Denne Vinde trekkes igien frem og tilbage af Stangen 29, saa at man saaledes forstaaer, hvorledes Aabningen *c* kan lukkes og aabnes, alene at Stangen 29 bevæges.

§. 287.

Denne Stang bevæger Maskinen selv, til hvilket at forstaae man maa sammenligne Grundrisset Fig. 7. med Opritset Fig. 2. i Tab. XVIII. hvilke ydermere ere oplyste ved et Udkast i Fig. 5. Tab. XIX. tvertover og perpendiculair paa Stolpen 39 i Fig. 2. Man seer nemlig i Fig. 5. et Udkast igien af Kiedlen A, og den i samme staaende Cylinder B. Strax over dem er i to Bielker 39

indlagt en Axel *rr*, bevægelig om sine Tapper i *r* og *r*, over denne Axel henger en Art Stiegbøile *eoh*; i *n* er desuden anlagt paa Axlen *rr* en Jernstang 35 *n*, med en tung Jern-Klots 35 i Enden. Tvert igiennem Stiegbøilen gaaer i *dd* en Jernstang, til hvilken er i *f*, *f*, en anden Bøile 32 fæstet, (see Tab. XVIII. Fig. 7.) hvis Hale løber i et fort med Stangen 29, der griber ind i Haandvinden 28. Man maa ydermere agte, at paa Axlen MN, Tab. XVIII. Fig. 1. sees Cirkelbuen ved F, med hvilken en Stang 33, ved Hielp af en Jern-Kiede, bevæges op og ned. Denne Stang sees igien i Fig. 2. Den haver i Midten en indskaaren Rende eller Kanal, udi hvilken Jern-Armene 36 og 37 kunde bevæges, som ere anlagte paa Stangen 35. *f*, fra hvilken desuden de to Grene *p* og *q* løbe ud i Form af en Gaffel. Derpaa skeer Bevægelsen saaledes:

I det Stangen 33 stiger med Axlens Arm M*d* støder en Jernbolt i 38 an paa Grenen 36, hvilken derved gaaer op efter, og løfter 35. *f*, som falder over paa den anden Side ved sin Tyngde, naar den er bragt paa hiin Side Vertikalen. Endnu bevæges ikke Stiegbøilen *eoh* udi Fig. 5. men saasnart som under denne Bevægelse Grenen *p* af Gaflen (Fig. 2.) slaaer an paa denne Stigbøile, skydes derved saavel den selv, som Stigbøilen 32 i Fig. 7. fort, hvilken trekker Stangen 29 med sig, derved bevæges igien Manivellen 28, saavelsom Skiven under Aabningen *c*.

Da den anden Green 37 stiger tillige med 36, saa skeer alt i Henseende til den tvertimod, naar Stangen 33 gaaer ned igien i det dertil indrettede Hul 34. Derved nemlig slaaer Grenen *q* af Gaflen Stiegbøilen tilbage, saa at Stangen 28, med Haandvinden

vinden 26, og følgelig ligeledes Skiven under Aabningen *c* igien føres tilbage i deres forrige Stilning.

§. 288.

For videre at forstaae, hvorledes Hanen *l* aabnes og lukkes, igiennem hvilken det kolde Vand flyder ind, maa agtes; at i Fig. 2. 41. sees denne Hane igien, saaledes som Jernpinden 41 igiennemløber den. Denne Pind henger fast ved en Vegtstang 43, som ligger i 47 an ved en Axel, der ligger fast i den hengende Bielke 42, som gaaer op i Loftet over Maskinen. Denne Bielke kan med den yderste Ende gaae op og ned i Kanalen af Bielken 33; For Resten henger den i 45 fast ved en Snor, der er fæstet i Loftet. og i 44 kan den bevæge sig omkring en rund Bolt eller Nagle; Videre er den udskaaret, som Figuren viser, saa at den tunge Jern-Klots 40 med sin Hage kan i Snittet gribe ind, og holdes ubevægelig. Bevægelsen af Hanen *l* udi 41 skeer derpaa saaledes; Naar Bielken 33 gaaer op, skyder den Stangen 45 for sig, Klotsen 40 falder derved ud og ned paa et Bret i 48, hvor den bliver liggende, imidlertid dreies Hanen i *l* hen til den ene Side. Lidt efter falder Stangen 33 ned i Hullet 34, stødende ved Hielp af en ligesaadan Bolt som den i 38, Halen af Vegtstangen 43 ned efter, hvorved alt kommer igien i forrige Tilstand, og Hanen i 41 dreies atter igien om til den anden Side *).

*) Hoved-Dimensionerne af denne Maskine, i Forhold imod hverandre, ere hos Herr Belidor følgende: Diameteren af den circulaire Dekkel D var 30 Franske Tomme, følgelig Luftens Trykning paa samme i

Franzøsiske Pd. 10828, paa hver Kubik-Fod nemlig beregnede 2205; Den hele Tyngde, som Maskinen havde at løfte, beløb 10828 Pd. saa at Kraften var større end Lasten i Forhold af 6 til 5, især for derved at erstatte Tabet i den absolute Kraft, som foraarsages deraf, at den ikke kan virke uden med relativ Hastighed paa D, da samme med en vis Hastighed bevæges. Maskinen giorde 15 Slag i Minutet, og løftede saaledes i samme Tid en Kolonne Vand af 7 Tommers Diameter og 90 Fods Høide. Ovnen forbrugte alle 24 Timer omtrent 28 Kubik-Fod Steenkul.

Metal-Cylindren B holdt 9 Fod i Høide og 18 Linier i Tykkelse; den er, som man seer af Figuren, forsynet med en Kumme af Bly 18 Tommer høi. Deklen D er i Metal-Tykkelse 18 Linier.

Kiedlen er af 9 Fods Diameter, og $3\frac{1}{2}$ Fod dyb. Den er i sig stærk i Metallen, og desuden belagt med tykt Muurverk, for at kunde imodstaae Dunsternes Kraft.

Aabningen *c* er 6 Tomme i Diameter. Røret *b* 24 Tomme i Høide.

To og tivende Forelæsning.

Om Diger, Demminger og andre Hydrauliske Bygninger i og ved Floder.

§. 289.

Det ovenanførte indeholder de nødvendigste Begyndelses Grunde, hvilke i det Hydrauliske Maskin-Væsen bør vides. Efter dem kunde vi ikke undlade endnu kortelig at meddele Hoved-Begrebene af de store Hydrauliske Verker, endskiønt man med Sandhed kan sige, at de udgiøre en Praktisk Videnskab for sig, hvilken i alle de Lande, som igiennemskiæres af Floder, eller ligge ved Seen, bør ansees for at være af største Betydenhed; allermeest da de i Brugen og Udøvelsen udfordre, foruden den Theoretiske Kundskab, en anseelig praktisk, og et endnu større naturlig Genie i de Personer, som skulle forestaae og udføre disse betydelige og vanskelige Forretninger. Vi henføre til dem, alt hvad der angaaer Huusholdningen med Floderne, Aabredderne og Inddemningerne, saavelsom morastige Egnes Anvendelse til Nytte og Brug; Indretningerne til Handelens Befordring ved Sluser og Kanaler; Havnenes Anlegning, Rensning og Forbedring, saavelsom Vandverkers Anlegning i Almindelighed udi og ved Vand af al Slags Grund og Dybde.

Hvad Nytte man kan vente sig af en fornuftig Huusholdning i Flodernes Indretning.

§. 290.

De almindelige Aarsager til Flodløbets Forværelse og Floderues Overswommelse beskrives.

De simpleste af disse Arbeider ere gemeenlig de, som foretages ved Floderne. Angaaende dem, da om de end vare regulaire, som de vi forhen have betragtet i den femte Forelæsning, men Bunden og Aabredderne af saa les Beskaffenhed, at de ei kunde staae Vandets Virkning imod, maatte de dog, og Bunden især, af denne Aarsag alene blive irregulaire. Thi Vandets Hastighed og Tyngde giver det en Diagonal-Direction, hvormed det virker paa Bunden, opløser den, og fører dens Dele fort med sig. Da Hastigheden i Midten er størst, §. 77. udhules Bunden der især, Floden maatte derfor i Midten blive alt dybere og dybere, indtil at Grunden endelig ei lod sig mere opløse.

Er Directionen eller Strømmen af Vandet i denne hypothese Aabredderne parallel, kunde de ei lide af det forbisiydende Vand uden ved dets Side-Trykning og Friction. Dog kunde disse Aarsager Tid efter anden tære Aabreddene, sædvanlig meest udi Grunden, men og oven til, fordi Vindene idelig give Vandet en anstødende Bevægelse lige imod dem. Vandet fører de saaledes opløste Dele med sig, dets Hastighed bliver idelig mindre, jo længere det flyder, §. 79. følg. Disse Dele falde derfor, fylde Bunden og giøre den heiere, hvilket især skeer, om Floderne ere paa et Sted bredere end paa et andet, fordi i de bredere er Vandets Hastighed mindre. Da det Vand, som idelig flyder til fra Kilderne, Regn- og Snee-Vandet især, fører en Mængde Grums med sig, saa forheies derved Bunden overmaade, paa de Steder især, hvor Vandet bevæges langsommere. Ere smaa deslige Banker først blevne til, formeres de gemeenlig siden idelig derved, at nye Dele legge sig immer

an.

an. Saaledes er det fast umueligt, om end disse Aarsager alene virkede, at nogen Flod kunde blive i Tidens Længde regulair. Ere desuden Bunden og Aabredderne paa nogle Steder af ulige løsere Beskaffenhed end paa andre, da maa Floden, om Bunden paa nogle Steder er af fast Materie over hele Længden, tvert over faae haarde og høie Grunde, i andre Tilfælde derimod maa den grave sig slangeviis ud i Bugter hen efter Bunden, og udhule paa nogle Steder Aabrederne stærkere end paa andre, som Tab. XVII. Fig. 8. i A. Ligger da neden for de udhulede Aabredder Lande, som ere lavere end Vandet i Floden, oversvømmes de, og Landet bliver Moradsig. Er baade Aabredden og Bunden af løsere Beskaffenhed ved A end andre Steder, opvyles begge. Vandet styrter idelig ind imod A, og gier Aabningen større.

§. 291.

Vandet i Floderne maa derfor fast altid bevæge sig i Bugter, saavel hen efter Bunden, som ved Siderne. Dette foraarsager, at til de Tider, da ved Regnvandet og Sneesmeltningen Floderne voxer, dets Bevægelse over de idelige Anstød i Bugterne idelig formindskes, følgelig at de maa voxe i Høiden, og ved at voxe, oversvømme. Er Bunden enten af de anførte eller af andre Aarsager desuden høiere paa et end paa et andet Sted, finder Vandet desto vanskeligere Fremløb, voxer destomeer i Høiden, og oversvømmer med desto større Kræfter. Det samme udføres videre.

De samme Ujevnheder foraarsage desuden meget let anseelige Forandringer i Aabredderne. Er Tab. XVII. Fig. 8. *b*D en saadan Ujevnhed, og Vandets Direction *ab*; da reflecteres Vandet

det i *b* efter *bc*, og gier en Udhulning i Aabredderne udi *c*. Antager man, at Vinklen, hvorunder Vandet falder ind, er net op saa stor, som den, under hvilken det springer tilbage, er det i enkelte Tilfælde ikke vanskeligt deraf at bestemme, hvad Løb det reflecterte Vand tager. Imidlertid gier man vel i at agte, at om Reflexions-Linien er *dc*, Vandets *do*, da bliver den af begge sammensatte Direction *dp*, §. 60. Mek. Forel. hvilken er egentlig den, som Vandet følger.

Ere Aabredderne først ujevne, da foraarsage de, især i smalle Floder lettelig, at de ovenliggende endnu meer udhules; saaledes som i Fig. 8. Vandet flyder efter *qr*, og styrter ned imod *r*, slaaer sig tilbage og udhuler i *s* efter Directions-Linien *rs*; ligeledes kan det, ved at slaaes tilbage fra *s*, udhule udi *t*. Vandets Bevægelse ned imod Bunden bliver ved denne Reflexion igien adskillig, saa den paa ny forandres paa utallige Maader.

§. 292.

Og endnu i andre Tilfælde.

Flyde mindre Floder ind i større, eller de store i Havet, da stemmes Vandet derved i begge, flyder tilbage, og skyller imod Aabredderne, som derved lide. I dette Tilfælde formindskes og Vandets Hastighed. Det flyder langsommere, fordi det finder Modstand; de Ureenligheder, Vandet fører med sig, falde, forhøie Bunden, giøre Sandbanker og Øier. Planet, hvorover Floden flyder, bliver selv derved mindre inklineret; Hastigheden formindskes derved paa nye; Aabredderne tæres og oversvømmes; Sand-Banker og lave Grunde sætte sig an i Mængde.

§. 293.

Det blev alt for vidtleftigt og fast umueligt at ville fortælle alle de enkelte Aarsager, hvorfor Floderne forderve deres Leie og Aabredder; saa og hvorfor de overskylle og beskadige de omkringliggende Lande, skiont de ved deres Overskyllelse i mange Lande og overmaade gavne, som Nilen, Ganges og andre. Vi betragte her alene de Tilfælde, da Aabreddernes Fordærvelse og Vandets Overskyllelser kunde giøre Skade, for at undersøge, hvorledes de kunde forekommes. Man seer af det allerede sagte Hoved-Aarsagen til Bundens Fordærvelse i Floden, fordi Vandet nemlig enten flyder i Bugter, eller maa cirkulere omkring Steenklipper og Sandbanker, eller finder større Aabninger at flyde igiennem paa et Sted i Floden end paa et andet; saa at det sikkerste Middel til at giøre en Flod i denne Henseende saa regulair som muelig, bestaaer i at indskrænke paa adskillige Steder dens Bredde, bringe dens Vande til at flyde i ret Linie, saa meget som mueligt, rydde Sandbankerne og andre Hindringer af Veien. I de fleste Tilfælde overgaaer dette vel Menneskets Kræfter, især ved store Vande. I mange derimod kan man giøre en meget stor og nyttig Brug af disse Regler.

Hvad man i Almindelighed bør see paa, for at bringe Floderne til Rette.

§. 294.

Man seer ligeledes af det ovensagte, at Hoved-Aarsagerne til Aabreddenes Fordærvelse ere følgende: 1) At de ere af en løs Grund, som let tæres af Vandet. 2) At Vandet reflecteres hen imod dem, enten fordi Planet, Floden flyder paa, henger af Naturen over imod Aabredderne, saa Vandet idelig styrter ind

mod dem; eller fordi Strømmen af Vandet, af hvad Aarsag det end og skeer, haver sin Direction lige imod dem, eller og fordi den støder an paa andre haarde Grunde eller Aabredder, og fra dem igien reflecteres imod de af Naturen mindre faste. Det beste Middel til at forekomme alle de deraf flydende Uheld er, at give Strømmen af Vandet, saa tidt skee kan, saa uformerkt som mueligt en anden Direction end den naturlige, en Direction som gaaer til en anden Side end de Aabredders, hvilke man vil redde. Dog maa man deri vel see paa, at man ikke ved de anlagte Verker hindrer Vandets Hoved-Direction midt i Flodløbet, man kunde ellers skade lige saa meget eller meer paa et andet Sted, end man gavner der, hvor man forbedrer.

§. 295.

Hvorledes Strøm-Diger bør legges, saa at Vandet selv udfører, hvad man vil, og at det ei gior større Skade paa et andet Sted, end den er, som man afværger paa det, hvor man bygger, saa og at Vandet ei desto lettere overskyller.

I Almindelighed er det derfor ved smaa Demninger at man kan hielpe saavel Floderne som Aabredderne til rette. Saaledes, om Strømmen af Vandet gaaer efter BC, men styrter derpaa ind i Bugten AC, da for at forekomme, at Aabredden i AC ei videre forderves, men at tvertimod Vandet selv bringer den til rette, behøves intet andet end at anlægge et Stykke ud i Floden udi D*o*, en Ende af Dige D*o* saaledes, at Indfalds- og Reflexions-Vinklerne i N, for Ex. blive saa smaa som mulige; thi derved skeer 1) at Vandet, efter at vare reflectert, ikke viger meget af fra sin naturlige Direction midt i Floden. Følgelig at det ikke ved nogen synderlig Gevalt falder af imod Aabredderne i F, hvilke ellers maatte derved beskadiges. 2) Da Vandet inden for D*o* henimod Bugten udi A bliver stilstaaende, saa skyller Strømmen

men ikke meer ind imod, og fordærver derfor heller ikke Aabredden udi A, da derimod 3) naar Vandet i Floden vorer, og til den Tid fører gemeenlig meget Grums med sig, disse Vand- og Jord-Partikler i det til største Deel stilstaaende Vand udi A falde og fylde Bunden Tid efter anden, hvilken derved af sig selv alle Aar vorer og bliver høiere. Saa man let seer, at paa denne Maade de beskadigede Aabredder i Tidens Forløb maa bedre sig selv ud uden synderlig Bekostning, og uden videre at forverres.

Sædvanlig legger man deslige Diger, som D*o*, i Form af Parallelogrammer lidt høiere end Vandet; men det er fordeelagtigt, om Floden idelig fører Slam, Sand og Mudder med sig, at legge dem lidt lavere end Vandet, især ud efter i Floden, paa det at Vandet kan flyde sagte ind imod A, og der foraarsage et ideligt Bundfald til at forhøie Grunden, hvilket ikke kan mangle, fordi Vandets Bevægelse over de bredere Aabninger i Floderne skeer med mindre Hastighed end over de smallere, og det overskyllende Vand desuden virker alene i Superficen og ikke i Grunden. Man haver derfor bragt pyramidale Diger, i Form af Kiler, som de der i disse Henseende vare de beste, udi Forslag. De ere det og virkelig af ovenanførte Aarsag, naar de alene med den bredeste Ende staaer saa høit som Vandet, og dale siden alt meer og meer hen under det. Disse sidste have desuden den fortreflige Nytte, at naar Vandet i Floderne udi hastig Tøebrød overmaade vorer, hindre de ei stort dets Fart, og foraarsage ei, at det skyller over, hvilket ellers vilde skee, om de vare høie nok for at stemme det ganske.

§. 296.

Hvorledes Sand-Banker i Grunden kunde udryddes ved Floden selv, saavel som al Slags løs Sand og Mudder, for derved at gjøre Flodløbet enten beseileligt, eller give alt Flod-Vandet lettere Afflod.

Saafremt derimod, at man vil rydde tilside Ujevnheder i Grunden af Floden, som kunde have samlet sig, saavelsom Sand-Grunde og deslige. Da legger man vel ligedanne Diger an som de forrige, men saaledes, at Vandet slaaer sig med Magt tilbage imod de Ujevnheder, hvilke man vil skaffe af Veien, og fører dem derved Tid efter anden fort. Er O en saadan Banke, legges Diget i GH saaledes an, at Strømmen NG slaaer sig tilbage efter GX lige hen imod O.

Er Grunden i O løs, sandig, og Vandet meget lavt, kan man pløie den op med en Art Plov, saa at Vandet siden desto lettere kan skylle den bort. Man gier og vel i at grave hist og her Render i den, igiennem hvilke, som enge Steder, det tilskyllende Vand med stor Hastighed kan bevæges, for desto lettere og hastigere at skylle den bort. Ved dybere Vand kan man fæste en Art Kratsere ved Baade, hvilke rive den løse Grund løs, som de trykkes ned imod, i det man roer Baaden fort. En saadan Kratser sees Tab. XVI. Fig. 8. i C*). Falder en Flod stærkere over til en Side af Aabredderne end

*) Man borer og Sanden ud ved de saa kaldede Sandborere, som ere Tab. XVI. Fig. 7. aabne foran udi *aob*, og der forsynede med skarpe Jern, men paa Siderne med et Staal-Garn, i hvilket, som i en Art af Ruse, Sanden bliver hengende, naar man ved Hielp af Baade oven over Vandet i *cd*, driver Boreren rundt om; men dette Arbeid er langsomt, og ikke at bruge uden ved smaa Sandbanker. Hvor Vandet er dybt, og Grunden nogenlunde mudrig og løs, bruger man ordentlige Mudder-Maskiner, som øse Mudderen, Sanden og Slammen op af Grunden i Baade eller Pramme, hvilke siden beford-

dre

end til den anden, da kan man ved deslige Diger langs hen efter den Side, som Floden svømmer over til, hindre dens Gevalt, giøre Vandet ved samme Side stilstaaende, derved forarsage, at det flyder stærkere i Midten, og renser der sit Leie, imidlertid at Grumset, som Vandet fører med sig, falder ved den bediegede Aabred idelig til Bunds, fylder Bunden og forhøier den. Jo stærkere Fart Vandet haver, desto bedre kan det rense sin Grund. Følgelig giør man vel i, hvor en Flod falder undertiden ud i stor Bredde, som Tab. XVI. Fig. 6. i Q, der ei alene at indskrænke den med Digerne A, som tvinge dens Vande til at flyde i et smalt Midte, men endog at legge langs hen efter Grunden, skiønt under Vandet, Tver-Diger r, som indskrænke Løbet, og give det en hastigere Bevægelse udi Bunden. Deslige Tvær-Diger kunde des-

dre den videre fort. Disse Maskiner ere adskillige. Vi ville af dem siden kortelig beskrive de fuldkomneste til meget dybe Vande. Ved at giøre disse Maskiner lettere, forandres de let til andre for lavere Vande. Imidlertid kan endnu agtes, at i forrige Tilfælde, hvor Vandet ikke var uden lidet dybt, bruger man mindre takkede Hiul, saadanne som der sees udi Tab. XVI. Fig. 9, som kratse Bunden op; de trekkes af Heste, og paa dybere Vand gaae de fort med seilende eller roende Baade. Den løsgiorte Sand føres siden bort af Vandet selv. Men da store Flod-Rensninger ere et meget langsomt og kostbart Arbeide, hvilket desuden idelig staaer Fare for igien at fyldes af Strømmen, da siden deslige Arbeider foretages i stort for Handelens Skyld, saa er det i store Floder, hvor Rensningen gierne overgaaer et heelt Lands Kræfter, fornemmelig ud imod Havet, (som især i Flod-Tiden forderver Mundingen langt op i Floden med Sand,) ofte tienligere at grave en Kanal for Skibene, som begynder høit op i Floden, og gaaer siden efter den tienligste Direction, saa den ikke stoppes lettelig.

uden hist og her anlegges, for at slaae Vandet med Magt hen paa de Banker, som forhindrede Flodens retlinede Løb udi Midten, saa tidt som de ei ere haardere, end at de ved Vandets idelige Anstød kunde bortskylles.

I steden for at tvinge en Flod ved Diger til den Indskrenkning, hvorved dens Vande gaaer i Midten hastigere, og ved at gaae hastigere, rense Løbet; kan man langs hen efter *ab* og *cd*, Tab. XVI. Fig. 6. enten ramme Pæle ned, med Spund-Pæle imellem, for at giøre en saadan kunstig Rende for Vandet, eller og man kan langs hen efter samme Linier legge Træ-Floder, som paa Siderne holdes af nogle Pæle, men oven til belæsses for at synke i Vandet. Man kan i steden for deslige Træ-Floder og legge belæssede Baade fæstede i Grunden med Ankere. Man bør med dette Slags Arbeide altid begynde nederst i Floden ved dens Udløb, og siden rykke med samme Verktøi høiere op efter, alt som de nederste Dele ere blevne rensede til *).

§. 297.

Ved Træ-Plantning at giøre en sandig og moratsig Bugt til Eng.

Disse ere de fornemmeste almindelige Princips, af hvilke man bør slutte, saa tidt som man vil foretage Forbedringer ved Floder med ringe Bekostning, eller overlade til Floden selv Tid efter anden at forrette det man ønsker. Da de enkelte Tilfælde, udi hvilke

*) Om deslige Baade og andre store Træ-Kasser, som ved Sluserne bruges, for at give Vandet, hvilket af dem flyder ud, den Direction og Hastighed som man vil, kan videre efterslaaes Belidor Architect. Hydraul. II, Part. Tom. 2. Liv. 3. Chap. 7. Sect. 3.

hvilke de kunde anvendes, ere utallige, saa kommer det altid an paa de byggendes Skarpsindighed, at giøre af dem den beste Brug, som Omstændighederne tillade. Vi ville kortelig vise af hvad Materie disse Diger (eller undertiden saa kaldede Tunger) ere, og hvorledes de giøres.

Den allersimpleste Maade, hvorpaa man kan indhegne en Bugt AC Tab. XVII. Fig. 8. udi hvilken Vandet ikke med Magt styrter ind, er unegtelig ved at plante ved lave Vande Pile- og Elle-Træer langs hen efter udi YrZCA, dog ei saa langt ud i Floden, at dens Direction i Midten derved lider. Strømmen bliver ved dem brudt. Vandet staaer i Bugten stillere end før. Grunden fylder sig derfor Tid efter anden, og Bugten bliver omsider hen udi Tiden en Eng.

§. 298.

Ved stærke Diger og ved at fiære Arme af Floden af kan det samme i Verk sættes udi andre Tilfælde.

Styrter Vandet derimod med Magt ind i en saadan Bugt, maa ordentlige Strøm-Diger anlegges, som i Tab. XX. Fig. 10. De fleste Tider kunde de gieres af Flette-Verk eller Gierder, uden stor Bekostning. Et saadant Flette-Verk sees Tab. XX. Fig. 2. Det bestaaer af to eller tre Radder smaa Pæle, som ere slagne ind i Grunden, omkring hvilke Pilegrene og Vidder flettes. Den første Fletning stødes derpaa med Magt ned i Bugten, og siden saa fast som muelig en Fletning over den anden. Man fylder imellem disse Gierder med Faskiner Fig. 4, hvilke belæsses med Gruus og Steen; et Lav Faskiner og et Lav Steen vexle idelig af med hverandre fra neden af op efter. Disse Faskiner eller Riis-Bundter flettes af Grene fra tre til fem Aars Skud, efter-

efterſom de ſkulle være ſtærkere til, og gjøres ei fuldkommen runde, men lidt platte, iſær ud ad imod den ſmalle og faſerede Ende. En ſtærkere Forpælning og Fyldning ſees Tab. XX. Fig. 8. I den ere Radder Pæle med Flette-Verk anlagte hen efter Bredden, foruden de efter Længden. Imellem Tver-Radderne fyldes med lange Grene, ſom løbe imellem tre Radder af Pælene, hvorved de ligge deſto faſtere. De belæſſes for Reſten med Gruus og Steen, ſom de forrige. Det hele Verk ſtiger, ſom et inkliuert Plan, fra Vandet op imod Aabredden, ſaa at dette ſidſte, om det voxer, kan forefinde en Art inklinert Plan, hvilket langt fra ikke ſaa let brekkes, ſom et Vertikal, naar Vandet ſtøder paa dette ſidſte efter perpendiculair Direction. Den Sand, ſom ſkyller idelig til, gjør dette Arbeide ſiden alt faſtere og faſtere. En endnu ſtærkere og ulige koſtbarere Inddemning er den, ſom ſees Tab. XX. Fig. 3. Den beſtaaer af fire Radder Pæle, forbundne med Bielker paa langs og tverts, men man gjør altid vel i at give deslige Verker en Talud eller Skakning foran af Faſkiner, fordi de ellers, iſær i Isgang, meget let lide anſeelig Skade.

Paa diſſe Maader kan man, hvor Strømmen ikke er overmaade ſtærk, ei alene ſkiære alle de Bugter af, ſom Floden haver overſvømmet, og gjøre dem til brugelig Land, hvilket oſte er en vigtig og høiſtbetydelig Fordeel; men man kan og i ſamme Hypotheſe, naar en Flod har bredet ſig ud i flere Arme, ſkiære hele Arme af, hvorved man ei alene vinder nyt Land, men endog bringer Floden til at renſe og fordybe ſit Hoved-Leie, fordi igiennem det alle dens ſamlede Vand maa flyde, ſaaledes maatte man vinde meget Land, ved at give Floden en nye Gang, og oſte med meget

ringe

ringe Bekostning, om dens Løb var Tab. XVII. Fig. 8. som efter MTS, hvorved den satte et stort Stykke Land under Vand, da man giorde alt dette Land nyttigt, ved at give Floden et nyt Løb i den Kanal MSRL. Den opgravede Jord kunde tiene til at fylde de meest moratsige Steder udi MTS. I øvrigt forstaaer det sig selv, at Strømbygningerne ikke maa bygges ud i den stærke Strømgang, thi Vandets Anstød og Reflexion beskadiger da saavel dem selv, som Aabredderne paa andre Steder *).

§. 299.

*) Endskiønt at dette Slags Arbeider altid bør foretages ved lave Vande, er dog meget ofte i store og dybe Floder Vandets Dybde saa stor, at de forrige Maader at inddemme paa, ikke uden med stor Møie kunde følges. I dette Tilfælde betiener man sig af en anden †), hvoraf vi saa kort som muelig ville meddele Hoved-Begrebet. ABCDE er for Ex. Tab. XX. Fig. 10. Aabredderne af en Flod, som flyder fra E imod A, og man vil demme den Bugt i H af. Til den Ende foretager man sig at giøre langs hen efter BHD en Flyde-Broe af Faskiner, hvilken omsider saaledes belæsses, at den af sin egen Tyngde synker. Maaden er denne: Man legger Flyde-Broen an efter Vandets Direction. For at stive Verket i den faste Jord, graver man en Grøft i G, saa skraae imod Resten af Aabredden i E, at den ei staaer Fare for at blive opvylet af Vandet. Grøften DG giøres, efter som Verket skal være stærkere til, fra 3 til 6 a 8 Ruthers Længde. Man gaaer i Grunden saa dybt som Vandet tillader det; Bredden retter sig efter Demningens Bredde, hvilken man gierne giør 1½ gang saa stor som Vandets største Dybde. Derpaa begynder man at belægge Bunden i DG med Faskiner af 10 til 11 Fods Længde, og lige saa mange Tømmers Diameter. Den tykke Ende op

†) See Belidor Architect. Hydraul. 2 Part. Tom. II. Liv. IV. Chap. 2.

§. 299.

Buſk-Verkets Nytte paa Siderne af ſkraalobende Jord-Diger.

Da Jiſen ſkiær ind i Aabredderne og udhuler dem, ſaa gier man vel i at beſætte de af Naturen ſlakke med Buſker og ſmaa Riis. Efter at være blevne afſkaarne og ilde handlede af Jiſen, voxe de ud igien, og forſikre derved deres Aabredder imod et andet Aars

---

op ad imod G, ſaaledes ſom man ſeer i Profilen Tab. XX. Fig. 10. Faſkinerne ligger ved Siden af hinanden Rad hos Rad hele Bredden igiennem, ſom i Grund-Riſſet Fig. 7. og tre-fold over hverandre, ſaaledes at heel Faſkine legges idelig over Fuge, dette kalder man det første Lav. Faſkinerne ſlaaes med Pæle, ſom ſtaaer i Linie 15 til 18 Tommer fra hverandre, faſt i hinanden og i Grunden; omkring Pælene legges et Flettevæk af ſtærke Grene, ſom fyldes oven paa med Steen og Grus. Derpaa begynder man med det andet Lav neden fra, og gaaer alt høiere op ad med Faſkinerne, ſaaledes at Halerne af det underſte Lav løbe længer ud imod D, end i de øvere. Paa det legges igien to andre bedre op ad imod G, ſom Profilen tydelig viſer. I øvrigt handles dette andet Lav ligeſom det første. Man bliver ſaaledes idelig ved, indtil at Halerne af Faſkinerne begynde at ſvømme paa Vandet i K, da man endnu idelig langs hen over Vandet farer fort med dette Arbeide paa forrige Maade, undtagen at man giør Verket tykkere med Faſkiner, to til tre Lav flere, nemlig; ſaa det deſto bedre kan bære de ſom gaae paa det, og at det ei ſkal ſynke ved ſin Tyngde, før det falder beleiligt; da man kommer Grus paa Faſkin-Lavene. Denne Faſkin-Broe er Grund-Verket. Oven paa den legges Faſkiner efter Tværten, da de forrige laae efter Længden, ſaaledes ſom man ſeer i Profilen eller Giennemſnittet Fig. 6. Hver to Lav ſlaaes med Pæle faſt i Grund-Verket, og Pælene flettes ſom før i hverandre. Alt ſom dette Arbeide gaaer fort, forlænger man tillige Grund-Verket hen efter Floden, at man ikke, naar den forreſte tunge Deel begynder at ſynke, ſkal under Vande

Aars Anfald. Meer behøves til deres Beskyttelse ikke, om de løbe nogenlunde parallele med Strømmen. Alle andre Aabredder derimod kunde beskyttes ved de forømtalte Diger, naar de fornuftig anlegges som inklinerte og aflobende Planer foran for Aabredderne; dog er det uden Tvivl altid fordeelagtigt, naar høie Aabredder ere steile og af løs Grund, da at stikke dem af og giøre dem skraae, for siden at forsyne dem med Riis og Buskverk langs hen efter den Skakke Side. Mod Isen tiene ellers i alle Tilfælde de saa kaldte Isbrekkere, som ere inklinerte Planer, paa hvilke Isen støder an, knuses og slaaes tilbage, man seer af dem Tab. XX. Fig. 11 og 12. De simpleste ere de, som giøres af skraae Pæle støttede med et Anlæg Fig. 11. De stærkere giøres af stærke Bielker som i Fig. 12.

Vandet tabe Grund-Verket, som man idelig bør gaae fort paa. Man belæsser derfor ikke uden lidt efter lidt Faskin-Verket over Grund-Verket med Sand og Steen, at det langsom kan bøie sig ned i Vandet og synke. Alt som det synker, fortsætter man Grund Verket, med Lav over Lav af Faskiner, ligeledes indrettede, som de sidst omtalte. Endelig belæsser man det hele Verk saa stærk, saa det synker ganske, men dog tilsidst staaer saa høit, og om nødig giøres, høiere end Vandet. Naar det, uagtet al Belæsning, ikke vil synke meer, veed man, at det haver naaet Bunden. Endelig belæsses det i den faste Grund udi BF Fig. 10. paa samme Maade, som det vi for have talt om udi DG. Paa Strøm-Siden legger man de ydere Faskiner længere ud end de øvere, saa at det hele Verk derved faaer en Skakning, der hielper til at imodstaae Anstødet af Strømmen. Disse Anlag udfordre Mængde Grene og Riis. Man gior derfor vel i altid at underholde en stor Mængde Piil og Elk i Vext ved Floderne, for

§. 300.

Strøm-Kurvene beskrives.

Af flettede Verker ere de mindste som anlegges, de saa kaldte Strøm-Kurve, hvilke gjøres af temmelig stærke Stokke, som stikkes med den tykke Ende skraae ned i Jorden imens de forarbeides. De smalle og bøielige Ender vendes op ad. Alle disse Stokke flettes med Flette-Verk i hverandre, saa de faae en Konisk Figur, siden fyldes de med Torne, de sees Tab. XX. Fig. 9. De legges paa Siden ned i Strømmen, i hvis Grund den spidse Ende maa vel graves ind, og Kurven fæstes med igiennemslagne Pæle; men de ere ikke meget tienlige til at slaae Vandet tilbage, saa man derfor sielden befinder sig vel ved dem udi Brugen. De bruges især i de Huller, som allerede ere blevne udhulede i Aabredderne. I øvrigt kan angaaende samtlig disse Verker agtes, at naar de først nogen Tid kunde holde ud imod Vandet, blive de siden gemeenlig

for ikke at fattes, og det saa meget meer, som man behøver deslige flettede Gierder ei alene for igien at udbedre paa førsagte Maader de af Floden allerede fordærvede Stæder, men endog for at befæste og beskytte de endnu uangrebne. Thi saa tidt som Strømmen skyller stærk ind paa deslige Aabredder, kan man paa den i §. 295. sagte Maade anlegge Digerne saaledes, at Strømmen vendes fra Aabredderne, uden at Digerne af den meget lide, fordi paa dem Strømmen bør støde an under meget spidse Vinkler. Da de ei koste meget, skeer ingen betydelig Skade, om end Strømmen i stærk Isgang og hastig Tøebrud, eller naar Vandet i Floden voxer høit, river dem bort. De staaer altid en Tid lang imod, og sættes paa nye med liden Bekostning. Enhver seer let, hvorledes de ved flere Radder Pæle kunde gjøres efter Fornødenhed alt stærkere og stærkere, saa de ere ulige nyttigere end kostbare Verker af Træ og Muur, hvilke man ikke, uden i den yderste Nød, bør tage sin Tilflugt til.

meenlig alt stærkere og stærkere, fordi i den Vinkel, som de giøre med Aabredden, staaer Vandet mestendeels stille, hvorved Sand og anden Bundfald samles omkring ved, og bestyrker dem.

§. 301.

Faskin Verkets store og almindelige Nytte, endog ved mistrede Beklædninger paa Verkerne, saa og om Isbrækkernes Nytte.

Saa tidt som man ikke seer paa andet end Landmandens Nytte, er det neppe raadeligt at betiene sig af kostbarere Verker end de allerede anførte. I meget enkelte Tilfælde derimod, som, naar en Flod slaaer sig tilbage med Gevalt imod Foden af en Fæstnings-Vold eller deslige vigtige Verker, maa man ikke spare større Bekostning. Dog er det endog i disse Tilfælde overmaade tienligt, om skee kan, da langt fra at brække Flodens Gevalt ved Inddemninger, hvilket tidt kan skee med ringe Møie; da man desuden kan forsyne deslige Volde i Grunden ud imod Strømmen med et Glacis eller affaldende Faskin-Verk, giort paa forømtalte Maade, og ydermere saaledes forsynet, om nødig giøres, som de Faskin-Anlæg, hvilke vi i det følgende ved Sluserne skulle nøiere beskrive. Deslige Verker ere ugemeen tienlige til at forsvare Volde og Mure i Grunden, saa de ei underædes af Vandet, især om de ere foran forsynede med Spund-Pæle. De ere derfor mestendeels tienligere end de der legges an af Pæle, som i Tab. XX. Fig. 3. Man beklæder disse Pæle og meget ofte saavel uden som inden til med Bredder; de raadne da ei saa let som ellers; thi den Deel af Træet, hvilken, alt som Vandet vorer og falder, bliver snart tør, og snart igien vaad, forraadner meget hastig.

Andre betydelige Anmærkninger, den For-

Man beklæder og deslige Verker imod Strømmens Gevalt med umiddelbare Mure, som ligge an paa Pæle, der ere drevne

ſigtighed angaaende, ſom behøves ved Verkernes Beſkiermelſe imod Flodens Gevalt i høiſt vanſkelige Tilfælde.

ned i Grunden, og forſynede med en over dem anlagt Riſt, ſom ſiden ſkal nærmere forklares. Men et Glacis af Faſkiner foran for deslige Verker er desuden altid høiſt tienligt, hvor det kan haves. Den allerværſte Tilfælde, ſom kan møde, bliver, naar Vandets Direction er den, at det ſtyrter over paa det Verk, man vil beſkytte, eller det til viſſe Aarets Tider haſtig kan voxe, og med Fart, iſær igiennem ſnevre Aabninger, anfalde et Verk; thi om da Grunden er løs, og kan undergraves af Vandet, falder efter nogen Tid meget ofte det hele Arbeid. Det er derfor nok nødigt paa alle Maader at hielpe deslige Verker. For Ex. Ved Diger, ſom reflectere Vandet langt fra, ſom før ſagt. Ved at iagttage, hvad der giver Vandet en Direction imod det Verk, man vil bevare, om det er en overliggende Aabred, ſom ſlaaer Vandet tilbage; meget ofte er det da bedre, at den bliver ſleifed. Undertiden kan det være mueligt at hielpe ſig ved at formindſke Flodens Vande paa et ſaadant Sted, ved at grave en Kanal, ſom kan bortføre en Deel af dem, om ikke alle, fra ſamme, og endelig tilſidſt bringe dem ind igien i Flodens ſædvanlige Leie. Er det en Klippe i Floden, ſom reflecterer Vandet, kan det være mueligt at ſleiffe den; Er det en Øe, kan man deels udrydde den, deels ved Vandet ſelv, efter det forhen ſagte, ødelegge den. Herhid henhører ligeledes, naar Flod-Leiet er ureent, og overalt udarbeidet af Vandet i Bugter, og det Verk, man vil forſvare, ligger i en ſaadan Bugt. Thi da ligger det lige for Strømmen, og naar denne er nogenlunde ſtærk, da i hvad man endog gier, vil det neppe blive vedvarende. I dette Tilfælde er intet bedre, hvor det lader ſig giøre, end at rydde Flod-Grunden op i Midten med Mudder-Maſkiner, for at

give

give den i sit eget Leie, saa langt nødig giøres, et nyt Løb. Man maa da og vel see til, at den ikke gaaer for meget i Bugter bedre ned ad, siden Vandet derved stokker oven til, og Bundfaldet lettelig giør da igien dens Leie ureent. Haver man saaledes anviist Vandet en nye Vei *), da kan man med Nytte anlegge maadelige Verker, for at holde det i Ave. Men alle deslige store Foretagende udfordre naturlig Vittighed, saavelsom god Eftertanke, ved hvilke i enkelte Tilfælde alle Omstændigheder vel iagttages og anvendes, for hvilke det i øvrigt ikke er mueligt at give enkelte Regler.

---

*) I Anledning af dette sidste kan videre iagttages: 1) At man maaler Ujevnhederne i maadelig dybe Grunde ved Hielp af Stenger, inddeelte i Tommer, som Tab. XVII. Fig. 7. viser. 2) Er Grunden, saa den paa ovensagte Maader kan løsgiøres ved Grundkratsere, eller Muddrig, øses Sandet og Mudderen let ud ved smaae Mudder-maskiner, med de store kan man i nogenlunde løs Grund male ud, endog overmaade store Stene. Vi skulle om dem handle siden. 3) Bløde Klipper kunne stødes i tu lidt efter lidt under Vandet med Jern, som ere skarpe i Enden, og i den dannede i Form af en spids Kile, skiønt Arbeidet er langsomt, om Klippen eller dens Bunds Strekning er stor. 4) Haarde Klipper, som ei ligge dybt under Vandet, kunde sprenges med Krud, efter Leupolds Angivning eller Project, hvilket dog maaskee endnu ikke er forsøgt i Brugen, saa man ei kan være alt for forvisset om Udfaldet og Virkningen. Man maa bore †) Tab. XXI. Fig. 7. et Hull i Klippen med Bergboreren, i samme passer et hult Jern-Rør A, saa vidt som Boreren, hvilket med Gevalt drives ind i det borede Hull. Før A drives ind i Hullet, kittes et hult Blik-Rør B til det udi C. Dette Blik-Rør, i hvilket den indvendige Hulhed bør være anseelig større end den i Røret

Kort Beretning om nogle Maskiner, som kunde anvendes til at arbeide i Grunden under Vandet.

†) See Theat. Hydrotechnicum.

Røret A, fyldes med Krud, og den smalle Aabning i A ligeledes. Derpaa besværes Røret A, som maa naae op over Vandet, med Tyngder. Man tænder Krudet i A med en Lobe-Ild. Et Stykke af Klippen sprenges. Dette Arbeide vil blive langsomt; men Taalmodighed, Møie og Skarpsindighed ere de Hoved-Talents, som udfordres ved Vand-Arbeider.

Beskrivning om Jord- og Berg-Boreren.

Da vi have nævnet Jord- og Bergboreren, ville vi kortelig beskrive dette nyttige Instrument, som i tusende Tilfælde med stor Fordeel kan anvendes. Den bestaaer af adskillige Midtstykker som B Tab. XXI. Fig. 6. vexelvis oven og neden til forsynede med Hule og Konvexe-Skruer, saa de efter Fornødenhed, alt som man skal bore dybere til, kunne skrues i og over hverandre. I den underste af disse Mellemstænger udi *a* skrues en Borer ind som C, med skarp Kant, saavel neden til som langs hen efter Siden, eller og paa Siden alene som D, hvilken fylder sig med Materien af den Grund igiennem hvilken Boreren gaaer, saa man ved at trække den ofte ud og siden bore videre, idelig kan see af hvad Art den neden under liggende Grund er. Treffer man paa Klipper og Steen, bruger man paa alle Sider skarpe Borere, som de i G og F. Treffer man paa Vand, skrues neden i Boreren en Art Cylinder E indvendig huul, ind udi hvilken Vandet kan flyde udi *b*. Man kan endnu i andre Hensigter betiene sig af andre Stykker, som skrues paa, ved dem ville vi ei opholde os, men alene agte, at det øverste Stykke er som A, forsynet med en Skrue neden til, den passer til Midtstykkerne, og med et Hull oven i, igiennem hvilket en Vegtstang kan stikkes, som Boreren skrues om med udi Grunden.

Tre og tivende Forelæsning.

Om
Digernes Anlegning.

§. 302.

Digernes Nytte og almindelige Grund-Regler afhandles.

Flodernes og meget meer Havets Oversvømmelser bør regnes iblant de farlige Hendelser, som i en Tid af en Time ere i Stand til at ødelegge hele Folk med alle deres Rigdomme. Imod denne skrekkelige Fiende bevæbner man sig med Diger, men for at opføre dem behøves visse Grund-Regler. Gemeenlig og best gjøres disse Diger ikke uden af Jord. Træ-Verk er for kostbar, uden at samme gier større Nytte. Mure ere endnu kostbarere, og paa de fleste Steder ubrugelige, fordi de besvære Grunden for meget. Vi betragte derfor her alene Jord-Diger, som maa anlegges, hvor de naturlige, det er høie og faste Aabredder, Klipper og deslige fattes, med hvilke de for Resten efter Omstændighederne maa forbindes, saa meget skee kan. De besynderligste iblant alle dem, som virkelig forefindes, ere Tang-Diger, hvilke Havet hist og her ved Tidens Længde haver drevet sammen, ligesom for ved den skrøbeligste Materie at sætte sig selv uovervindelige Grændser. Løs Jord duer ikke til Diger, som Sand, Mul-Jord og deslige. Leer, saavelsom al feed sammenhengende Jord, er dertil desto tienligere. Da deslige Diger alene legges ved voxende og faldende Vande, saa

er gemeenlig Indretningen den, at man ved lave Vande bygger Digerne af den Jord, som falder uden for Landet imod Søen til, om samme kan haves, dog saa, at uden for Diget bliver 3 til 4 Ruthers Berme eller Fod foran for det, som ikke røres uden i yderste Nød, ligesom heller ikke Trille-Platserne Jorden skal føres paa. Tid efter anden fylder Grundfaldet disse Huller igien. Saaledes er ei at frygte for, at Vandet skal æde sig ind under Diget, brekke ud af Jorden inden for det paa den anden Side, og foraarsage endelig tilsidst, foruden denne Ulykke, endnu en større, den nemlig, at Diget falder. Deslige underjordiske Giennembrud haver man ligeledes meget at befrygte, om Grunden inden for Diget ind imod Landet er nedrigere end Grunden uden for. Den Jord, som ligger længst ude, hentes ellers først, siden den anden, og i Mangel maa Jorden tages inden for Diget. I Nødsfald spares intet Land, i hvor indbringende og skiønt det end i sig kunde være.

At Jorden ikke skal Tid efter anden skylles bort, besaaer man Digerne, at Græs-Rødderne kunde binde Jorden. Man beklæder dem og med Græs-Torv, eller med Leer og Langhalm, vel forpælede ind i Diget langs efter Siderne, og paa dem overalt. Man kan og beklæde dem med Flette-Verk af Faskiner.

§. 303.

Digernes Hovedstykkers Beskaffenhed forklares.

At Digerne maa gieres høiere end den høieste Flod er af sig selv klart. Thi styrtede Vandet over, skede enten Oversvømmelse, eller dog i det mindste, at Diget blev tæret og underminert af Vandet indvendig, saa at det desto lettere faldt. Da man lige saa meget maa frygte for Grundens Brekning under Diget, som for

dets

dets virkelige Fald, giør man vel i, hvor Grunden, Diget legges over, er les og slet, at forsyne denne sidste til nogen Dybde med Faskiner, Leer og deslige, som giver en fast Bund.

Naar et Dige kan anlegges som det bør, er dets Igiennemsnit en Trapeze, hvis Mitte *abdc* kaldes Kappen, og bør gjøres i sig alene saa stærk, at den kan staae Vandets Trykning og Bølgernes Magt imod. Man giver Kappen paa begge Sider et Ryglehn eller en Skakning, hvoraf Tab. XXV. Fig. 8. den ydere imod Vandet *nb* bør være et ulige meer inklinert Plan, end den indvendige *ae* ind imod Landsiden; endskiønt at denne sidste og er nødvendig, ei alene fordi Jorden falder og giver sig selv en Skakning, naar den med samme ikke er fra først af opført, men endog for at holde imod Vandets Magt, som søger at styrte Diget over ind imod Landsiden.

§. 304.

Hvad Fordeel et Dige haver af dets Skakning eller Talud imod Vandet.

At et Dige ved en saadan Skakning vinder anseelige Kræfter, til at staae Vandets Trykning imod, forstaaes let deraf, at efterdi Vandet kan ansees som at slaae an paa Diget, med en Kraft parallel Horizonten, da om samme er som *gh*, er det alene den efter Perpendiklen *lg* stormende Side-Kraft, som søger at brække Diget, den efter *gk* skyller alene hen efter det, og denne sidste er det, som Beklædningen med Græs-Torv, Rør o. s. v. hielper imod, at nemlig Diget ikke lidt efter lidt skylles vek. Men $gh : lg = nb : bd$ som Planets Længde til dets Høide; eller rettere, da Vandet virker med levende Kræfter, som Qvadraten af den hele Sinus, til Qvadraten af Planets Inklinations-Vinkels Sinus. Hvoraf man

seer, at jo større Skakningen bliver, desto mindre Kraft kan Vandet anvende for at beskadigede Diget. Imidlertid, da store Skakninger borttage meget Jord, hvorpaa man de fleste Tider ei haver stor Overflødighed, maa heri treffes et Middel, at man nemlig ikke gaaer over det Maximum, eller største, som behøves.

§. 305.

Ligeledes af den indvendige.

Angaaende Nytten af den indvendige Skakning, ville vi først betragte (Tab. XXV. Fig. 7.) et Dige, som om det af sig selv kunde staae lige op og ned, efter Vertikalen. Det blev da et Parallelogram med Tyngdens Center t i Midten. Antages Vandet at stede paa det efter hele Høiden ab med lige Kræfter, gik Midt-Linien af Stødet ligeledes igiennem Tyngdens Center. Ansees Bevægelses-Punktet som at være i c, og $cb = b$, $tk = a$. Vandets absolute Kraft V; Tyngden af Parallelogrammet T, da blev i et hvert Durksnit $Va = \frac{Tb}{2}$ og $T = \frac{2Va}{b}$.

Legges Skakningen cde til, og df deler Grundlinien ec i to lige store Dele, da ligger Tyngdens Center udi df saaledes, at $hf = \frac{1}{6}ce$. Kaldes ce, c, og e ansees nu som Bevægelsens Center, da fordi Materien er overalt ensdan, bliver Tyngden i Triangelet til den i Parallelogrammet $= \frac{1}{2}c : b$ og derfor $= \frac{cT}{2b}$; saa bliver, alt øvrigt som før taget. $aV = T.\left(\frac{b}{2}+c\right)+\frac{c^2T}{3b}$

Derfor forholde sig de Tyngder, som i begge Tilfælde i Diget udfordres, til at imodstaae den samme Kraft af Vandet V, som

$(3bb+6bc+2cc):3bb$. Følgelig behøves ulige mindre Tyngde af Jord i det sidste end i det første Tilfælde.

§. 306.

Deraf sees, at Kappen kan gieres ulige kleinere, naar en indvendig Skakning styrker den, end naar samme er borte. Da desuden den udvendige Skakning forringer den absolute Kraft selv, som virker paa Diget, saa er der ingen Tvivl paa, at jo begge disse Skakninger giøre det anseeligste til Digernes Styrke. Desuagtet da Faren er stor, antager man gemeenlig, at Kappens Tykkelse i og for sig bør være af den Fasthed, at den ved samme alene kunde staae Bølgernes Magt imod. Hvad Modstand af Tyngde dertil behøves sees strax af Formulen $Va = \frac{Tb}{2}$. Thi T er $= 2nab$, naar ved n forstaaes Tyngden af en Kubik-Fod Jord, og Voldens Tykkelse $b = \sqrt{\frac{V}{n}}$.

Gives V i Kubik Fod Vand og n ligeledes, for Ex. om Vandets Trykning V var 7000 Pd. eller 70 Kubik-Fod Vand, men $n = 2$ Kubik-Fod Vand, hvilket saa omtrent er fast Jords specifike Tyngde imod Vand, da faaes bi Fødder $= \sqrt{3500}$, eller paa det nærmeste $5\frac{9}{10}$ Fod, naar nemlig Digets Høide var for Resten den samme som Vandets.

I alle andre Hypotheser, naar først c bestemmes, er det ligeledes meget let at finde, hvad b eller Digets Bredde bør være, for at kunde imodstaae den Trykning af Vand V. Og ligeledes, naar b er given, men er utilstrekkelig imod V, hvad Skakningens

Grund-Linie bør være. Dette forstaaes saa let af de, som med lidt Eftertanke ville behandle Ligheden i næstforegaaende §. saa vi ikke ville være vidtløftige i en saa let Sags overflødigere Afhandling.

§. 307.

Hastigheden af Vandets Anstød beregnes.

Vi have hidtil antaget Vandets Anstød i V som bekiendt, hvad V kan være sees og uden synderlig Meie af det foregaaende. Thi man behøver alene at tage to Tilfælde i Betragtning. Den første; hvad Vandets Kræfter ere, naar det kan simpel hen ansees som stilstaaende, da dets Side-Trykning alene bør betragtes. Det herhid hørende forstaaes fuldkommen af hvad vi allerede have sagt §. 65. Hydrostat. Forel. og vi her ikke ville igientage. Den anden er den, da Vandet i Bølger og med en anseelig Hastighed styrter ind paa Digerne; hvilken sidste er den betydeligste, udi hvilken man nogenlunde kan nærme sig til de sande Udregninger ved det om Bølgerne forhen sagte §. 64. 65. og i denne §s Anmærkning.

Thi Bølgens Horizontale Bevægelse er den, hvormed den igiennemløber sin hele Bredde; Tiden af Bevægelsen er den, hvorudi et Pendul af samme Længde som Bredden af Bølgen engang svinger. Tiden T, hvori at Bølgen igiennemløber sin Længde, kan derfor findes §. 136. Mek. Forel. Divideres med samme Bølgens Bredde, som vi vil kalde B, da bliver $\frac{B}{T}$ Bølgens Horizontale Hastighed §. 14. Mek. Forel.

For derfor at udregne Bølgernes Kræfter, hvormed de støde an paa Diget, behøves intet andet, end at undersøge Vægten af den

den Cylinder Vand, hvis Grundflade er Digets Qvadrat-Indhold, og hvis Høide er den, som svarer til Bølgens Horizontale Hastighed. §. 87.

§. 308.

Under hvad Linier i Henseende til Strømmen af Vandet, at et Dige bør føres. Hvorledes de paa farlige Steder kunne styrkes ved Underdiger, Beklædninger og Fascin-Verk.

Ved Floder fører man Directions-Linien af Diget, saa meget mueligt saaledes, at Strømmen især ved anvoxende Vande ikke bær ind paa dets Linier, hvilke man forener, saa meget som mueligt, under stumpe Vinkler, thi de spidse sleifes ulige lettere ud, som let sees, fordi Massens Modvegt er mindre. Foran for Digerne legger man ydermere de saa kaldte Kai-Diger, eller smaa lave Undervolds- (Faussebrai) Diger, især hvor Grunden imod Landet til er lavere, eller lader sig let igiennemtrekke og opvyle. Bliver Jorden i Diget let muddrig, maa den ydere Side overmaade vel beklædes, og Grunden, som da gierne er af samme Beskaffenhed, med Fascin-Verk af et anseeligt Udløb forsynes, om samme ellers kan haves. Skient al Beklædning er høist bekostelig og det i disse Tilfælde er fortrædeligt, at Træverket, naar det snart bliver vaadt, snart igien tørt, hastig raadner i frie Luft, da det derimod i Jorden og Vandet holder sig bestandig, saa ter man dog tidt og ofte, især ved steilere Diger, som Havet slaaer stærk an paa, allermeest om de ere af muddrig og usast Beskaffenhed, ikke spare det, fordi Byers og Provincers Velfærd derpaa beroer.

Naar derfor deslige Beklædninger skulle opføres, kunne de giøres paa den Maade, som vises Tab. XXII. Fig. 2. saaledes, som de sees foran paa Diget, hvilket de beklæde. Nemlig i *a* forestilles lutter stærke Pæle, som ere nedslagne efter Skakningen af

Diget,

Diget, langs hen efter dem udi *c l* kan slaaes, for desto større Sikkerheds Skyld, en Rad Spund-Pæle. Pælene *a* sammenbindes ved stærke Bielker *b*, som løbe efter Længden, og inden for i *d* beklædes de med Pæle. Man gior vel i at legge et Lav feed Leer, nogle Fod i Tykkelse, neden i Grunden og inden for Spund-Pælene, om den kan haves. Det er og tienligt at legge et saadant Lav inden for dem ind imod Diget. Profilen Fig. 3. viser, hvorledes man paa Pæle i Grunden, og ved Hielp af Bielker, som 1 og 2 lagte ind i Diget, kan giøre denne ydere Beklædning overmaade fast, ved det at de hvile langs ind efter paa de i Grunden indslagne Pæle *l*. I den og i Fig. 2. ere samme Stykker betegnede med samme Bogstaver og Tal, saa man let seer, hvorledes Stykkerne høre sammen. Dog behøves en saa stærk Forbindelse ikke, hvor Trykningen af Vandet bær alene ind paa Diget. I alle Tilfælde derimod, hvor i et saadant Dige og dets Beklædning ere stærke Jern-Ankere indlagte, som i mange See-Havne, for at ved dem Skibene skulle kunne holdes, er det nødvendig at forsyne Pælene paa en saa stærk Maade, fordi Diget og dets Beklædning trekkes i disse Tilfælde ud efter.

§. 309.

Sluserne Nødvendighed ved Diger, for at lade Vandet fra Landet af igiennem dem flyde ud, saavelsom adskillig anden deres Nytte anføres kortelig.

En væsentlig Post ved Digerne udgiøre de Indretninger, ved hvilke Vandet fra Landet af igiennem de i dem giorte Aabninger flyder ud, uden at derimod Vandet af Havet eller Floderne, som Landet stod Fare for at oversvømmes af, igien kan flyde ind. De fornemmeste Indretninger som dertil tiene, ere de saa kaldte Sluser, om hvilke i det følgende skal tales. For her at giøre sig

et

et Begreb om deres Nytte, behøves alene at forestille sig, som om paa de fornødne Steder Aabninger bleve giorte i Diget, forsynede med to stærke Porte, som det anvoxende Vand, endog paa sit farligste, ei kan trykke ind. Thi sprenges Porten, oversvømmes Landet uden Naade, hvorfor man og ofte anlegger dobbelte. Inden for disse Porte maa man forestille sig et dybt og paa Siderne vel forsynet Bassin, eller en Vandgrøft, som tager imod Vandet, hvilket ved lave Vande flyder ud enten igiennem Portene selv, som, aabnes, eller og igiennem egne Dørre, anlagte i Portene, som naar de aabnes, lade Vandet fra Landet af flyde ud. Det forstaaer sig selv, at om de tilflydende Vande ere store, som Floder, for Ex. hvis Vande enten ved Sluser, eller ved et høit Vand fra Havet holdes, at man da maa langs ind i Landet forsyne Aabredderne vel med Diger, at Vandet fra Landet af ikke oversvømmer. Derimod seer man strax, at et saadant imod Sluse-Dørrene tilstrømmende Vand styrker dem ved sin Trykning imod Hav-Vandet.

Man kan ligeledes giøre en omvendt Brug af Sluse-Portene, til at sætte et heelt Land, i høi Fornødenheds Tilfælde, under Vand. Dertil behøves alene at aabne Sluse-Portene, for ved høie Vande at lade det flyde ind over Landet, og derpaa igien lukke til. Ved Ebben eller lave Vande kan man igien lade Vandet flyde ud *).

Det

*) Vi ville her endnu ikke handle videre om Sluserne, men i den Sted følge Beskrivning af en kort foreløbende Anmærkning til om de saa kaldte Byser, og andre Byserne. mindre bekostelige Indretninger, ved hvilke Vandet lades ud igiennem Digerne, hvorved man tillige faaer et foreløbende Begreb om de første.

Det er deraf, at man ved Fæstninger, som ligge ved Floder, eller ved et Hav, som haver Ebbe og Flod, betiener sig meget ofte, for at sætte Egnen omkring Fæstningen under Vand, at en Fiende ei skal kunde komme fort med sine Løbegrave og sin Sappe. Men man

---

Disse Byser eller Vandkister i Diget, (som forestilles overskaaret Tab. XXIII. Fig. 5. udi A) have gemeenlig indvendig imellem 3 til 4 Fods Vidde. *de* er Horizonten af Gulvet, over hvilket Vandet flyder. Man graver Grunden ud imod 4 Fod i Dybden, ned efter *df*, men 10 til 12 Fod efter Bredden *gh*, (Fig. 4. som forestiller Grundrisset af Byssen). Derpaa slaaes langs hen efter *hkl* paa begge Sider temmelig stærke Pæle ned, som sees i C Fig. 5. Ligeledes og under Linierne MN. Paa disse Pæle udi MN hvile stærke og i dem vel indsattede Tverbielker, for ved hvilke langs hen efter *ab* er slagen et Rad Spund-Pæle, som alle ere vel sammenspiede med MN, at Vandet ei skal trenge ind under Fundamentet af Byssen. Derpaa fyldes den i Grunden giorte Aabning med Leer, til 3 Fods Høide og noget over, efter Omstændighederne; hvorved ei alene Grunden inden i, men endog rundt omkring Byssen saa vel forsynes, at Vandet ei kan lettelig flyde ind under dem. Leeret forarbeides i Forveien vel, og stampes i Legningen stærk sammen med de saa kaldte Jomfruer eller Stampe-Klotser. Dette giort, legges langs hen efter Langden af Byssen over Pælene C paa begge Sider lange Bielker udi *hkl*, som fæstes vel ind i dem, og i disse igien Tverbielkerne *n*, hvilke ved Indløbet og Udløbet af Byssen, hvor den er bredere, endnu understøttes af andre Pæle, som man seer i Fig. 4. Rummet imellem disse Tvær-Pæle udfyldes paa det nøieste igien enten med vel sammenstampet Leer eller med Muurverk, over hvilket trekkes et dobbelt Gulv, saa hele Bredder falde over Fuge. Begge Gulvene kalfatres og tiæres vel. Paa Siderne, som Fig. 5. viser, forbindes stærke vertikale Stolper *q*, af 5 til 5½ Fods Høide, med

man kan af deslige Sluse-Porte desuden giøre en anden Nytte, naar Floderne føre en Dynd med sig til visse Tider af Aaret, som er en tienlig Giødning for Agrene. Man bør da lade oversømme det lavere Land. Egyptens gamle Frugtbarhed og Floer be-

med Tværtræerne *n* udi Grunden. Disse beklædes ind ad til Diget med stærke Planker, og ligeledes ind ad til Bysen. Imellem begge Planke-Panelinger fyldes paa det nøieste med Leer eller med Murr, saaledes nemlig som forhen imellem Gulvene. De forbindes alle med en Bielke efter Længden oven til, over hvilken siden legges tverts over Bysen oven til Bielker paa Tverten, og paa dem et stærkt Loft af Eege-Planker. Paa Siderne beklædes Bysen rundt om med et Lag Leer i tre Fods Tykkelse, hvorpaa Diget over den og med dens Sider med Flid sammenføies. Foran over den mittelste Linie MN udi *k* og *k* Fig. 4. indhugges to stærke Opstandere G, Fig. 5. Midt i hvilke er indskaaren en Fordybning, udi hvilken et Stivboer kan bevæge sig op og ned. Stivboret er beskaffen omtrent saaledes som man seer i Fig. 6. udi *on*. Hvor tillige en Maade vises at løfte det paa, som let forstaaes af Tegningen. Vi tale i det følgende ved Sluserne om andre deslige Maader. Man maa vel agte, at et saadant Stivboer slutter meget nøie, saa og at det haver den tilbørlige Styrke.

Ved Grund-Risset i Fig. 4. og Op-Risset udi Fig. 5. kan videre agtes, at de ei forestille uden den halve Bysens Længde der, hvor Vandet løber ud. Den anden halve fra *b* af til Indløbet af Vandet, er i alt ensdan med denne. For ved Bysen i *er* seer man, at Grunden er forsynet allernederst med Leer, og over det igien med Flette-Verk af Faskiner, hvilke ere vel drevne i hverandre med Pæle.

Man indretter og Byserne med Dørre, som kunde ved Vandet af sig selv aabnes og lukkes, saaledes sam man seer Tab. XXI. Fig. 9. hvor KLME forestiller den forreste Deel af Bysen foran

Adskillige Maader hvorpaa Byserne aabnes.

for

roede til største Deel paa dette Kunstgreb, skiønt de i Mangel af Sluser maatte giennembore Nilens Diger. Endnu i China veed man fortreffelig at betiene sig af Flodernes Vande paa denne Maade.

§. 310.

Kort Beskrivning af de fornemmeste Indretninger, hvorved sumpige Marker kunde udtørres og de tørre vandes.

At skille de sumpige Marker ved deres overflødige Vand, derved at giøre Moratser til Enge, og oversvømmede Lande til nyttig Agerland, er en Sag af saa stor Vigtighed, at vi ikke kunde ganske forbiegaae at tale om de herhid hørende Hydrauliske Indretninger, da dette staaer i en naturlig Sammenheng med det allerede sagde. Er Landet oversvømmet af Floder og Aaer derfor, fordi Flodens Leie er blevet fyldt med Sand, og den haver udskaaret

for Diget. EF er Dørren, bevægelig om Hengsler og Charnieret udi E. Den holdes af en Stang AB bevægelig omkring C, og en Kiede BD saaledes, at en i A paalagt Tyngde vel hielper til at aabne den, men desuagtet haver den dog Vegt nok til at lukke sig. Stolpen i H hindrer, at den ei kan falde længer tilbage, end den bør. Naar Vandet fra Bysen af støder paa, aabnes den derfor; men saasnart som Havet stiger og trykker paa EF, lukkes den igien.

En anden Maade sees i Fig. 8. AB og CD ere to Dørre, som slaae an paa Stolperne i F og G, imod hvis indhugne Kanter de slutte meget nøie. Dørrene ere, som Figuren viser, brudte i Midten, saa de i alt udgiøre 4 Halv-Dørre, A, B, C, D. Naar Vandet fra Bysen af er svagt, aabner det alene de inderste Halv-Dørre B og D. Ved stærkere Vand aabnes de øvere A og C. Saa snart derimod Hav-Vandet skyller til, og bær paa med stærkere Gevalt, end Vandet fra Bysen af kan holde imod, lukkes Dørrene, saa Hav-Vandet ikke kan flyde ind i Landet.

skaaret sig i Bugter, bør man, om det kan betale Umagen, føre den, saa meget som mueligt, til at flyde efter rette Linier, skiære Bugterne ud, rense paa de forsagte Maader Mitløbet, og om dette endnu ikke forslaaer, indskrenke den med Diger. Aarsagen hævet, bliver Landet snart brugeligt, og i disse Indretninger kan fast alt det komme til Hielp, som vi i det foregaaende have anført om Verkers Anlegning ved Floder.

Staaer et anseeligt Land under Vand, deels, fordi Floderne svømme over, deels fordi Kilder i Mængde øse Vand ud over en nedrig Grund, maa man sætte Diger for Floderne, og ved fornødne Vandveininger see til, om disse Kilder ligge saa høit, at de kunde samles i nogle smaa Vandgange eller Kanaler, som alle forene sig i en eller flere store, ved hvilke Vandet kan føres af i forbieflydende Aaer eller Floder, som ligge lavere. Kanalerne maa i Grunden og paa Siderne, om skee kan, forsynes med Leer. Naar de løbe ud igiennem Digerne, kan Vandets Tilbage-Trædelse forhindres ved smaa Byser i samme, af det Slags, som vi nylig have beskrevet. Man kan af deslige Vandgange giøre endnu en anden heist ypperlig Brug, den nemlig; at man i tørre Aar, om Kilderne idelig give Vand, kan ved smaa Stivboer som Mellernes, lade Vand efter Fornødenhed flyde ned over Enge og Agre for at vande dem.

Foraarsages Oversvømmelsen af Møller, som stemme Vandet for høit, hvilket ofte skeer, eller af de i forrige Forelæsning beskrevne smaa Diger i Floderne, maa begge ændres.

Staaer et anseeligt Stykke Land under Vand, som kommer af Kilder, der brekke op i dets egen Grund, og man ikke kan lade løbe af, da kan man skiære det igiennem med Vandgange og store Gryster, efter alle Kanter, for at samle alt Vandet i store og dybe Damme, hvilke man til den Ende graver i Bunden. Med den i dem tagne Jord kan man forhøie de andre næst dem laveste Steder. Det forstaaer sig selv, at man under dette Arbeide maa, endskiønt det gieres paa den tørreste Aarets Tid, betiene sig af de forhen beskrevne Hydrauliske Maskiner, som bør løfte Vandet saa høit, at det i en Grøft kan flyde af, saa man kan komme til at arbeide i Grunden. Ere Dammene færdige, og saa store, at de kunde tage imod Vandet, sættes siden i dem bestandige Maskiner ind, der kunde øse Vandet ud i en dertil forfærdiget Kanal, udi hvilken det kan løbe af ned i en Aae, Flod eller Søe, efter Stedernes Beskaffenhed.

§. 311.

Ligesom vi nylig sagde, at det i Vandgange samlede Kilde-Vand kunde tiene til at vande Markene, saa kunde ligeledes deslige Kanaler graves, hvilke løbe ud fra Floder, der ligge høiere, igiennem hvilke Vandet paa Siderne kunde fordeles i en Mængde andre, der løbe ud paa alle Kanter, alle forsynede med Stivboer, som kunde aabnes og lukkes. Hoved-Kanalen selv kunde lukkes med Sluse-Porte, som ikke aabnedes, uden saa tidt som man vilde i denne Henseende betiene sig af Vandet i Floden. Man kunde og øse Vand op ved Hydrauliske Maskiner i deslige Kanaler, hvilket enhver af det foregaaende selv let seer, hvorledes kan skee, især

om

om man haver et flydende Vand, som kunde drive Vandhiulene, men laae saa lavt, at det ikke af sig selv kunde flyde ind i Kanalen. Alle disse almindelige Principer kunde i en Mængde enkelte Tilfælde være af en overmaade Nytte, men deres Udøvelse bør skee ved Personer af Skarpsigtighed og Indsigt.

Fire og tivende Forelæsning.

Om Grund-Bygninger i Almindelighed.

§. 312.

Hvorledes Vandverkerne bør forsynes i Grunden.

Før vi gaae videre fort i at tale om andre Hydrauliske Verkers Anlegning, er det tienligt, kortelig at erindre, hvorledes efter Grundens adskillige Beskaffenhed, over hvilken Bygningerne opføres, disse sidste i Fundamentets Indretning bør forsynes, saa dette bliver stærkt nok, til at bære sin Bygning, uden at synke eller give efter. Til den Ende maa man undersøge Grunden, deels ved Jord- og Bergborere, deels ved at grave sig hist og her dybt ned i den, hvilket endnu er tilforladeligere.

Naar denne er en Klippe,

Er da Grunden en fast Klippe, som ved Bergboreren befindes at stikke, uoverbrudt af Jordlag neden under, dybt ned i Grunden, da kan man uden Frygt paa den strax anlegge Muurverket. Det eneste man maa see paa bliver, at Muurverket vel forbindes med Klippen, hvilket skeer ved at hugge Huller af 1, 2 til 3 Fods Brede og Dybde ned i Klippen, udi hvilke Muurverket legges ind, saaledes som man tydelig seer Tab. XXII. Fig. 8. ellers kommer dette Tilfælde sielden for ved Vand-Bygningerne, saa vi derved ei ville vidtløftig opholde os.

§. 313.

§. 313.

Fast Grund af Jord, Gruus, eller Leer, kalder man den, som vanskelig lader sig arbeide udi med Hakken og Spaden. Er man forvisset paa, at den giør et dybt Jordlag paa det Sted, hvor man vil bygge, anlegger man, uden videre, efter at have gravet den fornødne Gryst, i den en Grund-Muur, over hvilken igien den øvrige Muur opføres. Man begynder Muren noget neden til i Grunden, fordi den neden under liggende Jord er sammentrykt af den øvere Tyngde. Hvor dybt man haver nødig at gaae i Grunden, sluttes af Omstændighederne efter god Skiønsomhed, uden at man derfor kan give visse Regler. Man maa altid forsyne Grund-Muren med sin Talude eller Skakning, hvilken gierne giøres saaledes, at til 3 Fods Høide opefter trekkes Muren 1 Fod ind, en halv Fod paa hver Side.

Naar den er fast Jord, Gruus eller Leer.

§. 314.

Er Grunden oven løs, neden under fast, graver man sig igiennem al den løse Grund, for at legge Grund-Muren ind i den faste. Med mindre man skal grave saa dybt, for at naae den faste Grund, at Bekostningen og Meien blive alt for anseelige. Thi endskiønt man i dette Tilfælde vel kunde opføre Muren med Piller og Bueslag af Esels-Rygge, for at forringe Materialiernes Mængde, er det dog de fleste Tider fast bedre, at behandle en saadan Grund paa samme Maade, som den moratsige og i et fortgaaende løse.

Ligeledes i løs og moratsig Grund. Ved den Anledning om Risterne og Pælene.

Disse sidste Grunde kiendes let, deels af den Mængde Vand de skiuler, saasnart som man begynder at grave, deels af den ringe

Modstand, som de giøre imod Redskabet, hvormed de arbeides. De hielpes de fleste Tider ved Pæle og Riister, ved begge tillige i les Jord og moratsig Bund; med en Rist alene, hvorpaa Muren legges, i lered Grund; thi den synker, og er derfor ikke bequem til at tage imod Pæle. Pælene tætte Jorden, og bære med ugemeene Kræfter, saa store nemlig som de ere, med hvilke de af Rambukkerne ere blevne drevne ned. Risten giør, at den hele Side af Bygning maa staae eller synke tillige, saa at om end i Tidens Længde Grunden paa et Sted gav efter, holdt dog det ene det andet, hvortil desuden anseelig hielper de Horizontale Kræfter, hvormed alle Delene i Hoved-Muren selv holde sammen, hvilke ikke tillade enkelte Stykker i den at synke; især om Muren er opført af smaa Steen, hvis Tyngde mindre er i Stand til at forringe de fra Siderne af sammenbindende Kræfter.

Disse Riister legges af stærke Bielker, saaledes som Tab. XXII. Fig. 9. viser, af Bielker nemlig, paa langs og tverts, som overskieres af, og ere vel indhugne i hverandre. Legges ikke uden en simpel Rist som i lered Grund; da er Anlaget som i DG, hvis ikke, som i HG, saa at Pæle slaaes foran for de Bielker i Risten, der løbe efter Længden, deels for at holde dem, deels for at tette Jorden. Den beste, sikkerste og fuldkomneste Maade at legge Risterne paa, er unegtelig den, som vi siden beskrive ved Sluserne, og Figuren viser udi ADBCEF, hvor ved EF Grunden falder af en Contrefort, eller et Modlag imod Muren. Nemlig Bielkerne efter Længden hvile paa, og ere indhugne i stærke Pæle udi Grunden, paa hvilke igien Bielkerne efter Tverten hvile. Man kan til ydermere Sikkerhed, for at tette Grunden og stive Risten, slaae Pæle ind i

dens

dens Huller efter Diagonalen. Risten med sin Tilbehør legges 3 til 4 Fod ned i Grunden, undertiden endog efter Omstændighederne mindre. Dens Huller fyldes med Muurverk, og paa den saaledes lagte Grund legges den hele øvrige Muur saaledes an, at man fører den overalt hele Risten over til samme Heide langs hen efter, saa at den ene Ende af den ikke stærk besværes imod den anden, og derved svigter.

I Pæle-Ramningen er det en Hoved-Sag, at de drives ned af 5 til 6, til 8, til 1200 Pund tunge Klotser, efter Omstændighederne, saa længe de kunne synke i Bunden. Naar de ei synke meer, maa man endnu slaae 20 til 40 Slag, for derom aldeles at blive forvisset. Man slaaer paa det Sted, man troer slettest, en Prøve-Pæl ned, for deraf at slutte sig til de andres Længde. Sædvanlig giver man deres Grundflade oven saa mange Tommer i firkant, som de selv holde Fødder i Længden, om de ere firkantede; ere de runde, giver man Diametren i Grundfladen lige saa mange Tommers Længde. Man spitser dem neden til. Naar Grunden er stenig eller haard, skoes de med Jern; ellers hærdes de ikkuns ved at anbrendes neden til. Man giver gemeenlig denne Koniske eller Pyramidale Spitse en og en halv gang Pælens Diameter i Længde. Oven til satter man den med en Jern-Ring, at den ei skal splitte sig under Slagene af Klotsen. Pælenes Distance er større eller mindre efter Omstændighederne. Dog lader man dem ikke gierne staae umiddelbar ved hverandre, fordi de da giøre en les Rende uden Foed. I det mindste staaer de i deres Diameters Distance fra hinanden.

§. 315.

Ligeledes om Spund-Pælene

Da man derfor ei tør slaae Pælene for tet sammen, og det i adskillige Tilfælde dog er af Vigtighed, at en heel Side af Muur eller Vold, indsluttes af Pæle i Grunden, saa Vandet fra Siden ingensteds trænger ind, saa slaaer man imellem hver to Pæle andre Spund-Pæle, med Tunger paa begge Sider, hvorved de drives ind i Riflerne af Side-Pælene, hvilke ei gaae saa dybt i Grunden, paa den Maade, som sees i Tab. XXI. Fig. 4. De firkantede Pæle ere hertil de tienligste. Denne Maade er ved Inddemninger meget tienlig. Men man bruger og desuden, til at forsvare Foden af Værkerne imod Vandets Indbrud, under Værkerne hele Radder af Spund-Pæle, der ere ploiede ind i hverandre, saaledes at Tungen i den ene passer noie i Skuren eller Riflen af den anden, saaledes som man seer i Tab. XXIV. Fig. 3. ved *f*. ved Durksnittet af en enkelt Pæl som B i Fig. 10, som sees i Fig. 11 maa agtes; at *a* er den spitse Ende eller Tunge, *b* Skuren og Vinklerne ved *a* og *b* rette Vinkler. De skakkes neden til ud ad imod Skuren B, som Figuren viser, for desto lettere at kunne sammenføies, undtagen den første B, see Fig. 10. De skiæres og, og føies i hverandre paa den Maade som Taf. XXI. Fig. 4. viser; men det er da vanskeligt i lange Pæle at skiære Skuren lige.

Spund-Pælene gieres af rød Fyr eller Elm. Eeg springer gierne og splitter sig under Slaget. Det er af yderste Vigtighed, at de slaaes ned hos hverandre efter ret Linie, for at fatte i hinanden. Man maa derfor ei alene fra Begyndelsen af neden til i Grunden trekke en Fure i ret Linie, udi hvilken de med Spitserne strax kunde staae. Men man maae først paa Siden af og parallel

med

med denne Linie slaae Pæle ned, til dem med Bielker vel samle og feste en stærk Bielke, som de kunne styttes op til, i det de slaaes ned, og i hvilken de siden ligeledes med stærke Bolter bør hestes. Man maa derfor bestandig under Slagene af Pæle-Maskinen holde Øie med, at hverken de selv, eller den Bielke, hvorefter de styres, forrykkes. Skeer det, maa man strax igien sætte alt i Stand. Stiver man dem paa begge Sider med deslige stærke Bielker, der ere boltede i hverandre efter Længden, er det saa meget desto bedre og sikrere, i hvilket Tilfælde Spund-Pælene selv drives ind i den Kanal, der passes saaledes af imellem Bielkerne, at den netop passer til Spund-Pælenes Bredde. Vi finde i det følgende adskillige gange Leilighed at vise, i hvad Tilfælde at deslige Anlæg med stor Nytte kan bruges.

§. 316.

I al les, moratsig, og fast i al nedrig Grund ere Kilder i Bunden noget med af det uangenemmeste, som kan møde under Arbeidet, og som møder fast altid. Disse Kilder oversvømme Grunden, saa den ei kan arbeides; man maa derfor grave Render, igiennem hvilke deres Vande kan flyde frit af, indtil uden for den Grund, som man arbeider paa, for der, om nødig, at samles i et eget dertil indrettet Vandsted, og af det igien idelig at udøses ved Pumper; ved Vertikale eller inklinerte Paternoster-Verker, eller ved andre deslige af de forhen beskrevne Hydrauliske Maskiner. Man indretter siden i Muren smaa Kanaler, igiennem hvilke de idelig og bestandig kunde udøse deres Vande. Men i ingen Grund ere disse Kilder overflødigere end i qvillende Sand og i Torve-Grund; denne

Hvorledes man arbeider i Qvikksand, og i Grunde, som ere fulde af Kilder.

sidste gynger gemeenlig, naar man stamper eller lader en Tyngde med Magt falde ned paa den. I den første lader i dette Tilfælde Vandet fra Grunden sig strax tilsyne oven over. Kan man undgaae at opføre betydelige Verker over en saadan Grund, eller arbeide sig ned igiennem den til en fastere, om Distancen er liden, da gior man det helst. Skal derimod paa en saadan Grund nødvendig bygges, da maa man ingenlunde slaae Pæle i den, de aabne ikkuns Kilderne, forvolde Oversvømmelse, og skydes de fleste Tider af Kilderne i Bunden op igien, kort efter at de ere nedrammede. Derimod haver Erfaring lært, at man oven over saadan en Grund sikker kan legge Muurverket an, som paa anden god Grund, alene at man ei graver sig ned, enten der, hvor man vil bygge, eller paa Siderne, saa at Kilderne aabnes. Den bær som en Klippe, formedelst Kildernes Igientrykning i Bunden op efter. Overalt maa i den ringe Dybde, som man udi en saadan Grund graver sig ned, ikke flere Qvadrat-Fod Grøft paa engang aabnes, end man samme Dag kan belegge med Steen og Cæment. For at befordre Arbeidet, bør man have alle Materialier forud i Beredskab, og med et sætte mange Personer paa Arbeide, saa længe Grundlegningen staaer paa. Nederst i Grunden ere de største Stene de beste.

Ligeledes i en Grund, i hvilken Jorden idelig flyder ud.

I deslige meget slette Grunde træffer det sig meget tidt, at man ikke engang øverst i Superficen af Jorden kan grave en ordentlig Grøft, fordi Jorden, saa at sige, idelig flyder og skyder sig ind i Grøften fra Siden; I dette Tilfælde tager man det Partie at bedække Siderne af Grøften med Bredder, som ved Tver-Træer holdes stive. Bunden beklædes ligeledes, og derpaa legges Muren. Man aabner af samme Aarsag, som før er sagt,

ei

ei meer af Grunden, end det man strax kan mure til. Efter at et Stykke Muur er lagt, tages de første Side-Bredder ud igien, for at bruge dem videre fort. Lade under Arbeidet sig end Kilder tilsyne, dekker man dog ligefuldt strax til med Steen og Ciment, uden at give dem Tid til at oversvømme. Desuden maa agtes, at hvor under en maadelig Grund falder en anden endnu slettere, legger man Grundbygningen i den øverste paa de før forklarte Maader, uden at stikke den igiennem.

§. 317.

Maader at bygge paa i Vand forklares, og allerførst, naar Vandet kan føres af, og Grunden derved blottes.

Den vanskeligste Grundbygning er den, som skal legges i Vand, og i Særdeleshed i dybe Vande, hvilke ei kunde ledes af, saa man kan undersøge Bunden. Man kan her i Almindelighed skille tre Tilfælde fra hverandre. Den ene, naar man kan lede Vandet af, og derved blotte Grunden. Den anden, naar Vandet ei kan ledes af. Den tredie, naar ved Vande, som have Ebbe og Flod, Grunden snart er tør og bar, men snart igien oversvømmet.

Den første Tilfælde finder Sted, naar man arbeider i Floderne, og kan grave dem af ved en dybere Kanal end deres Leie, dog saa, at den et andet Sted igien løber ind i Flod-Leiet, hvor dette ligger lavere, og der igien lader Vandet løbe af. I dette Tilfælde legger man alene et Jorddige an i behørig Distance imod Vandets Overskyllelse til de Tider, da Floden hastig voxer, og i øvrigt behandler man den Grund, der skal bygges paa, efter Omstændighederne paa en af de ovenbeskrevne Maader.

§. 318.

§. 318.

Dernæst i det Tilfælde, da Vandet ei kan ledes af, og Inddemninger behøves.

Naar derimod Vandet ikke kan føres af, behøves ofte Demninger af Pæle-Verk. Er man Mester over Omstændighederne, bruger man den Tid paa Aaret til dette Slags Arbeide, da Vandene ere lavest. I øvrigt gier man disse Demninger stærke til, efterſom man finder ved Borerne Grunden bedre eller slettere til, udi hvilken Pælene skulde holdes; og efterſom Vandets Trykning og Sted ere mindre eller meer betydelige til. I Vande af fast Grund og middelmaadig Trykning er det nok at indhegne Platſen paa den Maade, ſom vi før have talt om §. 315. med to Rad Spund-Pæle, slagne ind imellem andre Pæle, imellem hvilke gemeenlig lades en saa stor Bredde, ſom de $\frac{2}{3}$ Deele beløber af Vandets Høide. Eller og man slaaer to Rad Pæle *a* ned, saaledes ſom i Tab. XXI. Fig. 1. og forer dem indvendig langs hen efter *c d* med en Rad Spund-Pæle. Frygter man for, at Vandet skal trykke Pælene ind, stiver man dem, ſom Profilen Fig. 2. viſer, deels med Tver-Baand, deels med skraae Stræbe-Bielker *b*, anlagte paa Pæle *c* udi Grunden. Man kan desuden til desto større Styrke forbinde Pælene *a* med Bielker, lagte hen over dem alle, og i dem vel indboltede. Dette Arbeide kan endnu gieres stærkere paa andre Maader, hvilke enhver efter Omstændighederne selv let kan optænke.

Imellem begge Siderne *c d* fyldes med Leer, eller anden feed Jord, om den kan haves, hvis ikke da med hvad man haver; men Bredden af Demningen over *c* gieres i sidſte Tilfælde tykkere. Leeret maa renſes fra Steen, vel trædes og igiennemarbeides før det legges ind imellem Pælene. For hver Fods Høide man fylder, bliver det stampet ned i Grunden ved Klotſer eller Jomfruer med lange

lange Bielker. Da deslige Grunde gemeenlig oven i ere løse og mudrede, saa øser man allerførst, før det første Lav Leer legges, Mudderen i Grunden ved Maskiner ud, for at Vandet ei skal trænge ind i og under den. Indslutter man den Plats, som man vil bebygge, rundt om hvor det behøves, paa denne Maade, og ved Maskiner øser siden Vandet ud af det imellem Siderne af Demningen indsluttede Rum, da kan man derpaa undersøge Grunden, og paa den af de foreskrevne Maader, som efter Omstændighederne passer sig, giere sit Anlæg.

I dybe Vande er Trykningen paa Demningerne anseelig stærkere neden til end bedre op efter. Da man ikke gierne ved at slaae Pælene skraae ned, vil giøre Demningen smalere oven end neden til, deels fordi man da ei kan bringe dem saa nøie sammen, som naar de staae vertikale, deels fordi det da er vanskeligere at fylde udi Bunden; saa bruger man i den Sted at anlegge den med flere Radder Pæle Trappeviis, en lavere inden for den anden, som Tab. XXI. Fig. 3. viser. Man kan stive de høieste uden til med skraae Strøbe-Bielker, om fornøden giøres, paa den nylig forklarte Maade.

§. 319.

I dybe Vande, i Havet især, er det deels bekosteligt, deels ofte umueligt at indslutte den Plats, man skal bygge paa, med deslige Demninger, saa man sikkert siden skulde kunde arbeide i det indsluttede Rum, efter at Vandet var af det ved Maskinerne blevet udøst. I dette Tilfælde betiener man sig derfor af andre Midler.

Saa og i dybe Vande uden Inddemninger. Første Maade.

Man bruger nemlig følgende Maade, saa tidt som store Arbeider til meget store Dybder i Havet foretages, enten for at holde dette Element paa visse Sider i Tømme, for Ex. i at forhindre det at styrte fra disse Sider af ind i en Havn; eller og for at opføre en anseelig Grund-Bygning, paa hvilken Batterier eller andre Fæstnings-Verker skulde anlegges. Man trekker da allerførst de Linier, efter hvilke Grund-Bygningen skal føres, ved at slaae Pæle ned ved Enderne med visse Tegn paa, for ved dem at giøre Strekningen kiendelig; imellem dem lader man Strikker med tunge Steen i Enden synkes ned paa Hav-Bunden; øverst paa Vandet lader man i Enden af Strikken et Stykke Kork flyde, siden ved en Mængde deslige Stykker Kork, betegnes den Plats, som skal fyldes. Dette giort, renser man Mudderen ud af denne betegnede Grund med Mudder-Maskiner, og fører Mængde Steen til i Baade, hvoraf nogle ere meget store, andre middelmaadige, og andre igien ganske smaa, som synkes i Mængde ned imellem de store, tilligemed grovt Gruus udi Hullerne. Af disse Stene legges Lav over Lav immerfort, saaledes, at de nederste Lav legges med de middelmaadige Steen, fyldte med Gruus imellem, fordi Havets Bevægelse i Bunden er ulige mindre end oven i, dog legger man allerydерst om Randerne store Stene. Omtrent 15 Fod under Vandet begynder man med Lav af de større Steen, hvilke, saa got som mueligt, legges ind paa hverandre, hvilket man giør best i ideelig ved Sondering, eller endnu bedre ved Dykkere, ved stille Vand at undersøge. Det er af ingen Betydenhed, om imellem Stenene bliver hist og her en Mængde smaa Huller, Havet fører bestandig Leer, Sand, Tang og Muskelverk til, hvorved de tettes, saa at

Verket

Verket derved bliver immer fastere og fastere. Dog maa Stenene legges med en alt større og større Flid, efterfom man kommer høiere op imod Vandskorpen til. Derimod er det af stor Betydenhed, at man giver alle disse Verker en meget anseelig Talud paa alle Sider, en Talud engang til to gange saa høi som det Vands Høide, hvori man bygger. Naar dette Arbeid er saaledes blevet opført, indtil 4 til 5 Fod under Vandskorpen, lader man det en anseelig Tid ligge, et Aar eller to, deels for at sætte sig og falde ved sin Tyngde og Bølgernes Anstød tettere sammen, deels og for at tættes af, hvad Havet fører til. Man gior vel, imidlertid at det saaledes hviler, oven til at belæsse det med en lige saa stor Tyngde, som den er, hvilken man siden over denne Grund vil opføre. Endelig legger man Muurverket an, efter at alle de i Prøve-Tiden beskadigede Dele, som ved Sondering og Lodning vel maa efterføges, ere blevne udbedrede.

Nemlig den under Vandet endnu uopførte Deel, som med Flid er blevet urørt, for ei at brekkes af Bølgerne, der yttre deres Kræfter ulige stærkere oven i Vandskorpen end til nogle Fods Dybde under den; Denne Deel opføres med maadelige Stene og Cæment, som ere blevne vel blandede i hverandre, og stærk forbundne under Sammenblandelsen. Den sammenblandede Materie legges Lagviis og med stor Flid over den forrige Grund; den stampes stærk sammen, Verket føres siden op oven over Vandet med Muurverk, forsynet som sædvanlig med store Steen udvendig, og i øvrigt indrettet efter Omstændighederne og Arbeidets bestemte Hensigt.

§. 320.

Anden Maade.

Deraf sees, at naar man legger deslige Verker paa Steder i Havet, som ere mindre dybe, saa Grunden ei ligger saa sikker, for at røres op af Bølgerne, som i forrige Tilfælde, da er det tienligt at bruge større Forsigtighed med at legge Grundvolden, end før. Man forfarer nemlig nu i alt som forhen, andet end at man fra Begyndelsen af overøser først det første, og siden alle de øvrige Steenlav, med lige saa mange Lav af Cæment, hvilket man veed binder Stenene overmaade fast sammen i Tidens Længde udi Vandet. Undertiden forsyner man desuden hele Fundamentet rundt om med Pæle, for desto bedre at forsikre det imod Bølgerne *).

§. 321.

Beskrivning af en Maskine hvormed Cæmentet synkes.

*) Naar Cæmentet skal falde lang Vei igiennem Vandet, før det naaer Bunden, bortskylles en Deel, og Resten taber i sin Styrke; Man betiener sig derfor af Kasser, af hvilke det ikke kan før flyde ud, end i saa Fods Distance fra den Grund, som det skal legges an paa. Man forestiller sig let den hele dertil brugelige Maskine, ved at besee en eneste af dens Profiler Taf. XXI. Fig. 10. Nemlig *a* forestiller en liggende Bom, eller Oversnittet af Axlen i en Vinde, paa hvilken ere anlagte to Hiul, som A, med Stokke igiennem Peripherien, ved hvilke de selv tilligemed Axlen kunde drives om paa den i Vinderne forhen beskrevne Maade. Omkring denne Axel løbe to Snorer *bc* ned til de yderste og modsatte Sider af en firkantet Kasse *en*, til disse Sider ere de heftede i Ringe *c*. De to Sider *ef* og *pnk* af denne Kasse ere bevægelige i Leed eller Charnierer, saa at *pnk* kan bevæges hen over Cirkel-Buerne *fb* og *ki*; men *fe* hen efter *fg*. I *f* er en Snor *fd* bundet fast til Siden *ef*, og ligeledes en anden *lm* udi *q* til Bunden *pqk*. Den hele Kasse er ellers uden til overalt beget og vel forsynet. Man fylder Kassen, lukker Bunden

§. 321.

I alle disse Tilfælde, men især i de, da Omstændighederne ikke tillade at give Fundamentet i Grunden den Skakning eller Talud, som til los Steenkastning behoves (§. 319.), gior man en Inddemning paa alle Sider af den Plats, der skal indhegnes, som om den skulde indsluttes paa den §. 318. beskrevne Maade, for siden at bygge paa den indsluttede Grund. Men Forskiellen er, at man ei indhegner et større Stykke af Demningen paa engang med Pæle og Spund-Pæle, end det man mener sig til samme Tid at kunde fuldfærdig opføre, da man siden, naar Veirliget og Vandet tillader det, farer videre fort, ved at trekke Pælene og Spund-Pælene ved Enderne af det allerede begyndte Demnings-Stykke ud. Tredie Maade.

Bunden *np* til, saavel som *ep*, af hvilke Enden af den første løber saaledes ind i et Indsnit i den første, at de ei kunde forlade hverandre, saa længe som Kassen uhindret og frit synker ned i Vandet. Derpaa arbeides med Vinderne, saa den synker. Snoren *df* er afpasset net op til den Længde, at naar Kassen kommer paa noget nær til den Distance *fr*, over Bunden BC, som *pnk* behøver, for at giøre sit Sving, holder den Kassen tilbage, hvilken med sin store Tyngde (da den rummer 20 til 30 Kubik-Fødder Materier) søger at synke, *fe* trekkes derfor ud af Snoren *df*, *pqn* trykkes derpaa ned af Materien i Kassen, hvilken flyder ud og falder sammen som den bør. Ved at trekke paa Snoren *lm*, kan den igien lukkes under Vandet. Stellagen til denne Kasse kan giøres af Pæle, belagte med Bielker paa Langs og Tverts, ved hvilke vi ei vilde opholde os. *m* forestille samme Hiul, ved hvilke den kan skydes frem og tilbage over Stellagen i DE, efter Fornødenhed. 3 6 til 7 Fods Høide under Vandets øverste behøver man ei meer denne Kasse men kan øse Cæmentet frit ud over Lavet.

Thi Hensigten er, at legge uden om den hele Plats faste og anseelige Ring-Mure af sædvanlig Skakning, saa at man siden kan fylde det imellem dem liggende indvendige Rum, som i §. 319. og paa det saaledes opførte Fundament anlegge, hvad Verk Omstændighederne udkræve og byde. Da disse Ring-Mure bør have en Skakning, slaaer man først ordentlige Pæle ned, som belegges langs hen efter indvendig med to Rad stærke Bielker, hvoraf den øverste stikker længere ud end den nederste, saa at efter deres Direction, Spund-Pælene paa den udvendige Side, ud ad imod den frie See, kunde slaaes skraa ind, og ved deres Skakning give Muren det Affald eller Talud, som man behøver; thi denne Inddemning er som Formen, hvori Muren støbes. Den ene Side af en saadan Inddemning med Spund-Pæle sees udi DECB, Taf. XXI. Fig. 10. Derpaa tillaves en Materie *), sammenblandet af

*) Den hertil tienligste Materie beskrives af Herr Belidor Architect. Hydrauliqve Part. II. Liv. 3. Chap. X. Sect. 2. saaledes: Man indretter en jevn Plats, paa den legges en cirkulair Rand af 12 Dele Kølnisk Jord eller andet meget got Cæment, som den Tournaiske eller Italienske fra Pozzolo. Over den strøes 6 Dele stried Sand. Inden i Cirklen fyldes med 9 Dele meget got uledsket Kalk, som derpaa ledskes med Hav-Vand, hvilket til Bygningen i Havet skal være tienligst; det røres med en Jern-Kolle. Saa snart Materien er afledsket og i Dei, blandes Cæmentet og Sandet med stor Flid. I Deien blandes ligeledes videre 3 Dele smaa Steenstykker af Kamp eller Flint, og lige saa meget Fiil-Spon af Jern eller Jern-Slag, om det kan haves; hvis ikke, tages af de forommalte Steenstykker i steden. Efter at alt er blevet med stor Flid sammenrørt, sættes det hen paa et tørt Sted at tørres, da det ikke bruges, før man behøver Hakker, for at hugge det løs.

af Cæment og smaa Steenstykker, som vel indlemmes i hverandre. Naar denne Materie er tør, kommes den i Kasser, paa den §. 320. forklarte Maade, og synkes til Bunden, efter at Grunden først tilbørlig er blevet udrenset. I Vandet flyder den; man legger et Lav Cæment, et Lav middelmaadig Steen, og saa videre hele Høiden op efter; men man maa vel agte, at Stenene legges Side om Side hos hinanden, og saa ordentlig som mueligt. Efter nogen Tids Forløb forbinder dette Muurverk sig saa overmaade fast, at det kan ansees som uopløseligt, og som en eneste Steen, hvilket man veed af sikker Erfaring.

§. 322.

I deslige dybe og gevaltige Vande betiener man sig endnu af et andet Middel. Man forfærdiger nemlig overmaade store firkantede Træ-Kasser, som kalfatres og beges meget stærk; Over det Sted i Floderne eller Havet, hvor de skulle senkes, henger man ved Hielp af Strikker en saadan Kasse i en stærk Stillatse, saaledes at den flyder paa Vandet, og ved Hielp af Vinder og Tridser kan videre senkes efter Behag. Derpaa murer man et ordentligt Muurverk inden i Kassen, som paa anden fast Grund. Alt som Muurverket voxer i Høiden, lader man Kassen synke dybere, at dens Tyngde kan formindskes i Vandet. Er dette saa dybt, at man ei med et fra først af kan giøre Kasserne saa høie, som Vandets hele Dybde, bygger man siden et Stykke til oven i dem, efter at de til stor Deel ere sunkne ned under Vandet. Paa denne Maade føres Muurverket op over Vandet, hvilket ved sin overmaade Tyngde af det siden ikke meer kan beskadiges. Fierde Maade.

Paa

Paa denne Maade kunne hele Piller til Hvelving Slag imellem Broer opføres, uden at man behøver at inddæmme Grunden. Men i det dybe Hav legger man gierne først en Grund af Steen, som den §. 319. beskrevne, over hvilken siden Kasserne sættes. Det er i denne Tilfælde høist tienligt, at betiene sig af Dykkere, for at være forvisset paa, at Grunden, hvorpaa Kasserne hviler, er jevn og lige.

§. 323.

Femte Maade. Da disse Kasser ere meget tunge og uregierlige, saa kan man i deres Sted giere mindre Prismatiske, hvortil Planker af gamle forbrugte Skibe kunde bruges. De gieres Prismatiske, som man seer Tab. XXI. Fig. 13. Grundfladen er et ligesidet Triangel, den bør vende imod Directionen af Vandet. Trianglets Grundlinie gieres 2 Fod, Høiden 6 Fod, Længden bør være ansеelig. Disse Kasser fyldes. De fyldes med samme Materie, som den ved §. 321. omtalte, og maa med stor Flid legges Rad over Rad, og med behørig Talud, som Figuren viser. Denne Maade er især tienlig, hvor store Stene ei kunne haves til Senkning.

I steden for Kasser kan man og senke, hvor Træet er overflødigt, hele store Træer ned, Træ hos Træ, hvilke belæsses med store Steen og Gruus i Mængde. Man legger Træ og Steen Lavviis over hinanden, hvilket i Tidens Længde giver et stærkt Fundament, da Havet idelig skyller Sand, Leer, Muskelverk, Tang og andre forbindende Ting ind imellem Grenene, som fylder de smaa Aabninger.

§. 324.

§. 324.

Naar Verker skulle legges udi et Hav, som haver Ebbe og Flod, og man følgelig under Ebben kan arbeide paa ter Grund, opføres undertiden hele store og tykke Demninger alene af Faskin-Verk, hvilke siden tiene som Mure, for at giøre Havnene sikkre imod Havets Indbrud. Men man giver disse Verker i Talud 3 gange Vandets Høide; i øvrigt opføres de paa den i §. 298. forklarte Maade. Oven til og langs ned efter Skakningen belegges disse Faskin-Diger med en Rist af Træ, hvis Huller fyldes med store og faste Stene. Uden omkring det hele Dige er det høist tienligt at legge i Grunden et got Lav Leer, at den ei skal underskylles af Vandet.

Endnu andre Maader at arbeide paa, hvor Havet bevæges med Ebbe og Flod.

Især tiener Faskin-Verket til at forsvare Grunden af Verkerne imod Vandenes Underskyllelse. Hvorledes man i disse Henseende af det bør betiene sig, skulle vi finde Anledning til nærmere i det følgende at vise, naar vi handle om Sluserne.

§. 325.

Da de af Muurverk opførte Verker ere ulige bestandigere, end de af Faskin- eller Tømmer-Verk, saa legges de og oftere an end disse. I forrige Tilfælde, da man ved Ebbe kan fundere, behøves ikke Inddemning. Den beste Maade synes at være den, da man aldrig foretager sig større Stykke af Fundamentet i Grunden paa engang, end det man fra Flod- til Flod-Tid igien kan overkomme at fuldføre. Dog for tillige at befordre Arbeidet saa hastig som mueligt, trekker man først alene to Side-Mure med deres behørige Talud, og den Bredde de behøve, for ei at omstyrtes af

Vandet. Disse forbindes igien, fra Distance til Distance, med andre Tver-Mure. De indvendige Rum imellem disse Indhegninger af Mure, udmures siden i Mageligbed, naar man haver vundet Høiden over Vandet, saa hele Verket bliver saaledes et Massiv af Muur.

Arbeidet i Grunden begyndes i dette Tilfælde allerførst ved at slaae Pæle, forede med Spundpæle, rundt om den Plads, som skal opmures, at Søen ved sine Indbrud i Floden ei skal giøre Grunden usikker. Siden blottes under hver Ebbe strax inden for Spund-Pælene, i fornøden Dybde ned i Grunden, saa stor en Grøft, som man under Ebbe-Tiden mener sig at kunde grundlegge *).

Dette

Beskrivning af adskillige Maskiner til at trekke Pæle ud.

*) Vi ville i denne Anmerkning beskrive et par Slags Maskiner, som ved Vand-Verkernes Indretning ere begge høinødvendige. Det første Slags tiener til at rykke Pæle ud af; Det andet til at rense Grunden.

Af det første Slags seer man Tegningen af en udi Tab. XXI. Fig. 11. *ab* ere Stenger, ved hvilke Skruen C løftes idelig meer og meer paa den i Statiken beskrevne Maade. Ved en Ring og et om Pælen slynget Tov, eller Jernkiede i dets Sted, henge Skruen og Pælen fast i hverandre, da man strax seer, at naar Kræfterne ere tilstrækkelige nok til at bevæge Skruen, Pælen ved dem ligeledes, om ellers Snoren eller Jernkieden er stærk nok, bør bevæges.

Dersom man tillige sætter en Vegtstang, som *in*, ind i Pælen, saa at den, i det den ved Skruen løftes op efter, tillige kan dreies rundt om, (alt nemlig forud dertil tilbørlig indrettet) da hielpes derved Pælens Udrykkelse merkelig, fordi den undertiden lettere

Dette er det fornemmeste, hvilket i alle disse Henseende ved almindelige Regler kan bestemmes. Erfarenhed, sund Forstand,

lettere skiller sig fra Grunden paa denne sidste Maade, end paa den første.

I Vand, ved Hielp af Pramme, at rydde Pæle ud, er forhen omtalt §. 130. Hydrostat. Forel.

En af de Maader, som man ellers i Brugen skal have befundet sig meget vel ved, er den, der forevises Tab. XXI. Fig. 12. A er Pælen, D en meget stor og tung Bielke, bevægelig om sit Hvile-Punkt i C. Den hidses op ved Hielp af Tridse-Verket *a*, og Vinden E, saa at den korte Ende med Krogen i B, ligesom før ved Hielp af en stærk Jernkiede kan fatte Pælen. *q* ere Trin i en Stie; over dem lader man Folk stige op yderst paa den lange Ende af Bielken D, for ved deres og Bielkens selles Tyngde, hiulpen af den lange Vegtstang, at bevæge Enden B, og følgelig Pælen op efter.

Man kan og i steden for Folk betiene sig af et Tridse-Verk, lagt an i Ringen *p*, saa at man ved det og Vinden E, efter en Bevægelse, hvilken var den forrige imodsat, kunde trekke den lange Ende af Bielken ned efter, hvilket ikke synes at behøve videre Forklaring.

Ligeledes af Mudder-Maskinen.

Af de adskillige Maskiner, som bruges ved Grund-Rensningen, ville vi her ikke beskrive uden den, som iblant dem alle, især i dybe og store Vande, og i store Foretagende, synes at være den tienligste og beste; endskiønt at den og kan, eftersom Størrelsen er mindre til, bruges ved maadelige og smaa Vande.

Opritsit af denne Maskine sees Tab. XXV. Fig. 1. og dens Grund-Ris Fig. 2. udi hvilken de samme Ting betegnes med samme Bogstaver. Den er anlagt over en Pram, som Figuren viser. A og B ere to Trae-Hiul, A et større, B et mindre, om Hiulets A Axel *b* ere to Jern-Kieder slagne, *c* og *e* hver til sin Side, hvilke løbe om Tridserne, eller rettere om en Art af Drifter udi *r*

og et fornuftigt Overlæg, ere i alle enkelte Tilfælde af disse vanskelige Foretagende, et ulige sikrere Hielpe-Middel, end en Mængde enkelte Anmerkninger.

og *r*, men henge med den anden Ende fast udi Kratserne, *e* i D, og *c* i E, hvilke ere de egentlige Stykker af Maskinen, der forrette Rensningen. Saaledes maa nødvendig, naar den ene af Kratserne gaaer op og stiger, den anden igien falde, og omvendtviis.

Kratserne D og E ere forbundne med lange Stenger N, hvilke kunde inden i det Rum M *n o* bevæge sig frem og tilbage fra *o* til *n*. At denne Bevægelse ikke skal blive vaklende og ustadig, saavelsom Faldet ned efter af D og E, ere over det lille Hiuls B Axel *a* ligeledes to Kiæder eller Tov anlagte, som ere slagne om Axlen *a*, paa en Maade, der er imodsat den, paa hvilken de til enhver af dem svarende Kieder løbe om Axlen *b* af det store Hiul A, og hvorved Kiæden *d* for Ex. trekker Kratseren E saa langt hen imod sig, som den bør imod den komme, for at begynde Rensningen saa langt foran i Grunden RS, som den bør. Naar Kratseren igien gaaer tilbage fra S til R, kunde det meget let skee, at den gled hen over Ujevnhederne i Grunden, uden at fylde sig. For at forekomme dette Uheld, lader man en Person holde Tovet *d* tilbage, saa Bevægelsen af Kratseren fra S til R derved opholdes. Desforuden trykker en anden, ved Hielp af et Tov VXV Stokken N, og med den Kratseren E saa længe ned imod Grunden, indtil den haver passert Vertikalen, da Tovet igien fires. Dette Tov bindes til lavere og høiere Punkter V paa Stangen, eftersom at Grunden RS ligger lavere eller dybere til under Vandet. Endelig naar E, efter at have fyldt sig, og at være blevet vundet op efter, igien kommer i en Stilning, som den er, man seer den anden D i udi Fig. 1. aabnes den underste Side, hvorpaa Materien, den er fyldt med, falder af i en egen dertil færdig liggende Baad C. Saa snart Materien er faldet ud, lukkes den igien. Hiulet trædes om til den anden Side, og Rensningen igientages saaledes idelig paa nye.

Af

Af Kratseren selv foreviſes i Fig. 3. (skiønt i større Maal end Maskinen selv,) Bundstykket, med en bred Skuffe *a* udi Midten, for desto stærkere at skiære ind i Grunden. I Fig. 4. sees et Sidestykke og Dørren *b* af Bagstykket, saaledes som den henger i sit Hengsel, naar den er oplukt. Man seer tillige Klinken *c*, som den falder ind i, naar den lukkes, og af hvilken den siden holdes. I Fig. 5. sees dette Bagstykke selv, og Jern-Verket, hvorved den forbindes med Stangen N. Man seer, at i C, hvor den falder ind i Klinken, er i *r* en elastisk Lamelle, som falder for, at den ei kan slippe ud af Klinken igien, men derimod kan trekkes fra med Spitsen af en Art Gaffel, som sees Fig. 1. udi *y*, hvorpaa Dørren af sig selv aabnes.

Fem og tivende Forelæsning.

Om Sluserne.

§. 326.

Sluserne beskrives med deres fornemmeste Dele, saavelsom nøiere Forklaring af deres adskillige Brug og Nytte.

Iblant de meget vigtige Hydrauliske Verker henregnes Sluserne med største Ret. Vi have i det foregaaende kortelig talt om en og anden vigtig Nytte, som de i det Borgerlige have. Vi ville her kortelig handle om dem selv og deres øvrige Brug. De kunne alle inddeles i to Slags. 1) I de, hvis alle Dele ere anlagte og opreiste over et og det samme Horizontale Plan. 2) I de, hvis Dele ligge i og over adskillige. De sidste bruges især til Handelens Befordring. Det er ved dem at Skibene ligesom imod Naturen seile snart op over Bierge og høie Vandfald, snart igien falde ned i de lavere Dale. De første derimod bruges ved Dokker; til at sætte Lande under Vand, naar det enten behøves for at vande dem, eller til at hindre fiendtlige Vaabens Fortgang. De bruges ved Digerne, for at lade Vandet fra Landet flyde ud, ligeledes til Havnenes Rensuing. Vi ville alene igiennemløbe det vigtigste og fornemmeste.

Hoved-Delene i alle Sluser ere følgende: 1) Grunden, som maa overmaade vel forsynes. 2) Side-Murene eller Side-Stykkerne (thi disse kunde og opføres af Tømmer, i de Lande, hvor det

det ei er kostbart). 3) Portene, som lukte holde Vandet, og aabnede giver det igien Tilladelse at flyde ud. 4) Sluse-Kammeret imellem Portene, saa tidt som de ere dobbelte; ellers forstaaer man ved dette Navn, det dertil indrettede Rum, som kan ved Portene efter Behag holdes enten tørt eller fuldt af Vand.

For at forstaae dette saa meget desto bedre, kan man kaste Øinene paa Taf. XXIV. Fig. 4. som forestiller en Sluse af første Slags. A er Landsiden. B Vandsiden. Imod A antage vi Vandet at flyde i en Flod eller Kanal, for igien at flyde ud udi B. CC forestiller paa begge Siderne af Midten Side-Murene, som indbefatter Vandgangen AB, hvilken i Tegningen ikke er skattert. Denne Muur falder af udi E og D med større Aabning foran for Vandgangen, saa at Vandet saavel i A lettere kand flyde ind, som i B lettere kan flyde ud, uden at underæde Grunden, hvilket sidste ellers ikke vilde mangle. F ere Modlags-Mure (Contreforts), som styrke Hoved-Muren, udi hvilken er ved *oo* giort et Indsnit, hvilket forestiller en hvelvet Aabning i Muren, saa at Vandet, uden de store Portes Aabning, kan flyde igiennem fra B til A, og fra A igien til B, naar nødig gieres. Men at Vandet ikke tiere, end naar man selv vil, skal flyde igiennem, er udi Indsnittet i Muren udi *n* et Stivboer anlagt, som kan trekkes op, og igien falde i, omtrent som ved de gemene og forhen beskrevne Demninger ved Møller. *oaop* er en tyk Muur. Ved den ligge udi *a* og *a*, i dertil indrettede fere Tømmer-Underlag stærke Bielker, omkring hvilke Sluse Portene *ab* bevæge sig, som falde sammen udi *b*, og rundt omkring slutte overmaade neie, saa at, naar de ere lukte, intet Vand kan flyde ind i eller ud af Sluse-Kammeret H. Ved OS

sees

sees Indsnittet i Murene, udi hvilke disse Porte uhindret kunde falde tilbage, naar de lukkes op.

Forestiller man sig Grunden AHB, som lagt paa (eller som gemeenlig skeer noget under) Horizonten, men Side-Murene og Sluse-Portene, som opførte over denne Grund efter Vertikalen, noget høiere end den største Høide, til hvilken Vandet kan komme til at staae. Da forstaaer man meget let, hvad Brugen og Nytten af dette Slags Vandbygninger kan være.

1) Er Sluſen anlagt ved Diger, hvor der er Ebbe og Flod, eller snart høie, snart lave Vande, men ved de høie maatte Landet oversvømmes, da lukkes Portene No. 2. ud imod B, saa snart som Vandet begynder at voxe. Saa længe de holde, kan Havet ikke brekke ind, brekke de derimod, skeer Oversvømmelsen uden Redning. Paa Steder derfor, hvor man meget frygter, legger man Portene No. 2. dobbelt, som i Tab. XXIII. Fig. 1. og denne Forsigtighed er aldrig at laste, endog hvor den i deslige Tilfælde kunde ansees unødig. Man kan og styrke Portene No. 2. imod Havet derved, at man lader det fra A tilflydende Vand ind i Sluse-Kammeret H, da dets Igientrykning gier Vandet fra Havet af Modstand. Men man maa vel agte, at det ei voxer saa høit, at Portene over dets Trykning aabnes. Skulde for meget Vand flyde til, da aabnes Stivboerne ved *n*, igiennem hvilke det kan flyde ud, og Portene No. 1. lukkes.

2) Saa snart som Havet falder, kan man aabne Sluse-Portene, og lade Vandet fra Landet af flyde ud. Vil man for den Aarsag Skyld ikke aabne de store Porte, saa fremt nemlig det tilflydende Vand ikke er af stor Mængde, kan det være nok at

aabne

aabne Stivboerne af Vandledningerne udi *n*, for igiennem dem at lade det overflodige Vand, eller saa meget af det, som man vil miste, flyde ud.

3) Forestiller man sig, at strax uden for B er en Havn, hvis Indløb staaer Fare for at stoppes af Sand eller løs Mudder, da kan dette ved det med Magt med et af Sluſen udſkyllende Vand renses. I deslige Tilfælde lader man Vandet i A voxe saa høit, som det efter Sluse-Murenes Høide kan; derpaa aabnes Portene. Vandet skyller med Magt hen efter B, og renser Indløbet. Flyder intet Vand til, kan man dog iverksætte det samme ved et Hav, som voxer og falder med Ebbe og Flod; man gior som i Taf. XXIII. Fig. 1. Sluse-Kammeret meget rummeligt og med dobbelte Porte. Naar Floden i Havet er paa det høieste, aabner man de yderste Dørre af de i No. 2. for at fylde Sluse-Kammeret. Naar Havet igien ved Ebben er faldet, lader man dette Vand med et løbe af, da det skiær dybe Furer i Sand og løs Grund, hvilken saaledes Tid efter anden føres fort. Er Grunden ikke løs, kan den ved de forhen beskrevne Maskiner let løsnes.

4) Vil man overſvømme et Land ved det Taf. XXIV. Fig. 4. i A tilflydende Vand, lader man det voxe ved at lukke Sluse-Portene No. 1. Vil man overſvømme et nedrigt Land ved Havet, da aabner man Sluse-Portene No. 2. ved høieste Flod, og imod at Vandet igien ved Ebben vil gaae tilbage, lukker man Porten No. 1.

5) En Flod, som flyder til udi A, men som i sig ikke er dyb nok for Seiladsen, kan man, om den ind ad Landet til er indfattet udi Diger, lade voxe til den samme Høide, som Hav-Vandet staaer i Sluse-Kammeret H. Den kan derved gieres beseile-

lig, og de fra A anlangende Skibe kunde ved at aabne Portene No. 1. og ved at indlades udi H, komme paa Vandlinien af Havet, for siden hen over det at seile videre fort.

Tiener en Sluse alene til at oversvømme, eller at lade Vandet flyde ud, bruger man de fleste Tider, i steden for Porte, store Stivboer, imellem murede Piller, omtrent af samme Slags som de sædvanlige ved Møllerne, af dem foreviſes en i Tab. XXIII. Fig. 6. tillige med Tritse-Verket og Vinderne, hvormed den trekkes op. Den Bredde, de lukker, maa ei overgaae 12 til 14 Fod.

6) Forestiller man sig fra Landsiden, uden for A, en stor Vand-Dam *(Bassin)*, at være anlagt, saa rummelig, at den kan tage imod mange Skibe, og at den, naar Sluse-Portene alle aabnes, kan løbe fuld af Vand fra Havet, da kan man i samme lade Skibe seile ind; hvilke, uagtet Ebben, kunde flyde paa saa mange Fods Dybde, som behøves, uden at være i denne Henseende usikre paa deres Rhede. Man kan paa samme Maade anlegge en sikker Havn paa de Steder, hvor der enten er ingen, eller ikke uden en meget slet.

§. 327.

De til Seiladsen i Kanalerne tienlige Sluser beskrives.

Før vi videre indlade os i at handle om Hoved-Reglerne for de Slusers Bygning, som legges an enten dybt ned i Grunden, eller over hvis Bund Vandet staaer til visse Tider meget høit, thi jo høiere dette er, med desto større Flid maa de anlegges; ville vi giøre det allerede sagte endnu forstaaeligere, ved at forklare det Slags Sluser, hvis Dele ligge ulige høit, og egentlig tiene til at befordre Seiladsen ned over Vandfald, og fra lavere Steder op efter

høiere.

høiere. Man seer af disse Sluser et Grund-Ris udi Fig. 1. og Opritset af en af Siderne udi Fig. 2. I denne sidste er fra B til *o* en høiere Grund, paa hvilken, med en Skakning udi *o*, for at Vandet ei skal underæde Grunden, er anlagt den øverste Deel af Sluen, hvis underste Bund derimod ligger hen efter *cc*. Vandet i Floden eller Kanalen maa man forestille sig, som at flyde til udi B, for i *o* at styrte sig ned over *v* til *n*, hvorfra det siden flyder ordentlig hen over Horizonten. For at befordre Vandets Afsald er i *o* lagt en Skakning i Sluse-Bunden. I P (Fig. 1. og 2.) forevises Sluse-Portene, saavel i Grunden som i Oprids, naar de ere oplukte, og ligge an imod Siden af Muren. Det øverste Par Sluse-Porte forevises desuden i Fig. 3. hvor man ydermere seer, at de (og ligedes det underste Par) ere forsynede med smaa Aabninger, hvilke kunde lukkes og aabnes ved Stieboer efter Behag, af hvilke den høiere her forestilles som optrokken, hvilket skeer ved Hielp af en af det Slags Vinder, som vi have beskrevet i de Stat. Forel. §. 257. og hvoraf Figuren her ikke foreviser uden den takkede Stang, som vindes op og ned, hvis Bevægelse Stieboret altid følger.

Af det allerede sagde forstaaes let, saavel hvorledes Skibene kunde uden Skade seile ned over Vandfaldet i *v*, for siden at seile efter C langs hen paa Floden, som og hvorledes de fra H ankommende Skibe, ved Hielp af Sluen, kunde vinde op over Vandfaldet i *v*, og siden seile hen over den høiere Horizont udi B. Kommer et Skib seilende fra B, som man vil lade seile ned over Vandfaldet, da lukkes saavel de øverste som de underste Porte P, og i disse sidste de smaa Stieboer *r* med. Men i de øverste ladesdisse

disse sidste aabne. Derved flyder Vandet fra B ind i C, og voxer snart til den Høide B. Saa snart som det haver naaet denne Høide, aabnes de øverste store Porte P, og Skibet seiler ind udi Sluse-Kammeret C. Derpaa lukkes igien de øverste Porte, og i dem ligeledes de smaa Aabninger, hvilke derimod aabnes i det underste Par. Vandet flyder derpaa ud af Sluse-Kammeret, saa længe til det i dette sidste er faldet til samme Høide, som uden for Slusen i Flodløbet udi H. Man maa agte, at dersom i B meer Vand flyder til, end de smaa Aabninger kunde tage imod, da fører man Resten af ved en egen Kanal fra B, til at flyde ind i Flodløbet udi H.

Kommer et Skib fra H, som skal seile op over Vandfaldet udi *v*. Da lukkes det først ind i Sluse-Kammeret, hvorpaa saavel det underste Par Porte, som deres smaa Aaabninger holdes tilsluttede. I det øverste Par Porte derimod aabnes de smaa Aabninger ved Stieboerne *r*, indtil Vandet i Sluse Kammeret haver naaet den samme Høide, som Flodens sædvanlige Vandlinie udi B. Derpaa aabnes det øverste Par Porte, og Skibet seiler, som man let forstaaer, uhindret ud efter B.

For desto lettere og bequemmeligere at kunde trekke de smaa Aabningers Stieboer op og i, er oven paa Sluse-Porten anlagt en lang Bielke med Gelænder, som Sluse-Betienterne kunde gaae paa. Vil man ikke have deslige smaa Aabninger udi Sluse-Portene, kan man dog lade Vandet ind ved Stieboer i de smaa Vandledninger af samme Beskaffenhed, som de forhen beskrevne

udi

udi Tab. XXIV. Fig. 4. ved *n*. Portene maa anlegges, som i Tab. XXIII. Fig. 3. hvoraf vi i det følgende nærmere skulle forklare Tegningen.

§. 328.

Forholden imellem alle Slusens fornemmeste Dele anføres.

Efter at have givet et kort Begreb om den fornemmeste Brug, som kan gjøres af Sluserne, ville vi kortelig betragte alle deres Hoved-Dele. Det forstaaer sig da af sig selv, at alle de Sluser, igiennem hvilke Skibe skulle passere, maa have en noget større Bredde end Bredden af det største Skib. Af den største Dybde, som samme synker til udi Vandet, maa ligeledes Vandets sædvanlige Høide udi Sluse-Kammeret bestemmes, og i de Sluser, hvor Havet stiger til en foranderlig Høide, maa desuden Side-Murenes Høide deraf bestemmes.

Er saaledes det største Skibs Bredde given, da bestemmes deraf i Fedder og Tommer Distancen *hh* imellem begge Side-Murene. I andre Tilfælde bestemmes denne Bredde af hvad anden Hensigt man med Sluseu kan have. Deraf bestemmes det øvrige, og man holder følgende Proportioner for de beste *). *hh* deles i 12 lige store Dele eller Moduler, hvoraf man giver Sluseu i sin hele Længde efter *fg* eller AB 57. saaledes at fra Midten af Sluse-Kammeret H at regne, HB holder 30 og HA 27. Den platte Muur KK, som staaer perpendikulair paa *hh*, holder i Bredde Vandets største Høide, i Længde *hk*, henimod B, 21 Modul, og henimod A ligeledes 18. *lm* er 7 Modul, og *fm*

*) See Belidor. Archit. Hydraul. II Part. Liv. 1. Chap. IV. Tom. 3.

i det mindste 6. Man gior ellers den Deel af Sluſen imod B længere end den anden, fordi man meſtendeels ved deslige Sluſer behøver en Vindel-Broe, hvorved man kan, iſær naar noget ſkal forbedres paa Portene, komme fra den ene Side af Sluſen over til den anden, hvilken legges an paa den Side imod Havet, fordi at Portene ved ſamme letteſt beſkadiges. For under dette og andet deslige Arbeide at holde Vandet ude, ere og de Huller giorte i Side-Murene, i hvilke man legger Bielker ind tvert over Sluſen, for imellem dem at fylde med Leer, hvorved man haver ſtrax en Demning imod Seen.

De ſmaa Vandledningers Bredde ſættes gemeenlig en Modul, og Bredden af Muren hn 3 Modul. Fløiene af Portene kunde giøres platte eller krumme; De platte ere faſt de beſte, fordi ved Krummingen Træet taber i Styrke. Deres Længde, ſaavel ſom Indretningen af de Huller i Murene, udi hvilke de ſkulle falde tilbage, beſtemmes let, naar man alene iagttager, at det holdes for beſt, at giøre bq, ſom beſtemmer Udſpringet af Fodſtykkerne i ab, ſom Port-Fløiene ſlaae an paa, ſaaledes at $bq = \frac{1}{5} hh$. Thi da holdes for, at Port-Fløiene, ſom i Kanten ere indhugne, paa halv Træ beſt falde imod hverandre, og beſt ſlutte. aa er 7 Modul. Overalt ere alle diſſe Regler alene Praktiſke, ſaa de kunne under adſkillige Omſtændigheder, efter en ſundt Omdømme, gierne forandres. Det er af denne Aarſag, at vi her heller ikke ville opholde os ved at faſtſætte Størrelſen for andre mindre Dele. Man finder dem ellers alle udførlig beſtemte hos Hr. Belidor paa nylig anførte Sted, end og indtil de mindſte.

Modlags-

Modlags-Murene (*Contreforts*) bestemmes saaledes: Deres Bredde $yx = xh$. Murens Bredde $td = \frac{3}{4} yx$ og $zv = \frac{1}{2} yx$.

§. 329.

Brugen af de dobbelte Sluser forklares.

Saa tit som man vil tillige giøre dobbelt Brug af en Sluse, er det tienligt at giøre den dobbelt, eller at legge to Sluser, en stierre og en mindre, undertiden ogsaa to lige store, ved Siden af hverandre, som have i Midten en fælleds Muur. Saaledes kan man efter Tegningen Tab. XXIII. Fig. 1. betiene sig af Slusen AB til Skibes Giennemgang, af den i CD til at lade Vandet fra Landet, som Slusen holder, saa tidt flyde ud som man vil, for at rense den Havn, ved hvilken vi antage, at en saadan Sluse er blevet anlagt. Man kan og bruge begge Passager til Skibenes Giennemgang, den ene til store, den anden til smaae, hvilket sidste er især tienligt, hvor man haver liden Forraad af Vand, og maa see sig for, at af det ved Skibenes Giennemgang ei for meget tabes. Ligeledes tiene deslige dobbelte Sluser til, at Skibe tillige kunde løbe ud hen efter B, ved Hielp af den ene, og paa samme Tid lukkes igiennem, for at gaae fra C hen til D igiennem den anden. I Almindelighed kan ved deslige dobbelte Sluser, naar begge Rummene tiene til Seiladsen; den ene bruges, naar den anden staaer under Forbedring. De tiene og til at oversvømme et Land hastig med en Mængde Vand, og Portene udstaae da langt fra ikke den Trykning af Vandet, som om den hele Bredde udi A og D var samlet under et, saa de ei staaer saa let Fare for at brække. Det er derfor og virkelig, naar man ved Digerne ikke engang bru-

ger

ger Sluserne til Seiladsen, men man skal lade en stor Mængde Vand fra Landet af flyde ud, tienligere at legge dobbelte Sluser end enkelte. Faren er i Henseende til Portenes Brekning ulige mindre. Man seer i dette Rids tillige, hvorledes man efter Behag kan lade Vand ind imellem Sluse-Portene No. 2. ved Hielp af de smaa Vandgange, som man tienlig eragter til at styrke Portene, saa de desto bedre kunde staae Vandets Trykning i B imod. Man aabner for Ex. alene Stieboret i *e*, *d* og *c*, saa længe til, at Vandet er steget imellem Sluse-Portene No. 2. til den Høide man holder for tienlig, o. s. v.

I øvrigt bygges disse Sluser efter samme Regler, som i nest foregaaende §., undtagen at Distancen *op* imellem begge Sluse-Portene No. 2. er 13 Modul, om hvilke hele Længden af Slusen formeres. Denne Distance kan ellers efter Omstændighederne tages større eller mindre. Men i alle Sluser maa Grunden overmaade vel forsynes *).

§. 330.

*) Grunden angaaende, og de Forsigtigheder, som ved sammes Tilberedelse maa iagttages, da skilles, som for sagt, to Tilfælde fra hverandre, den ene, naar Grunden er fast og haard, den anden, naar samme er løs, sandig og moratsig. Man kan fast i ingen Tilfælde tage sig vel nok i agt for Vandets Giennembrud under Fundamentet, det maa derfor altid forsynes med yderste Flid, nemlig især i slet Grund. Til den Ende dæmmes allerførst imod Vandet, saa den Plads, hvorpaa arbeides skal, er for dets Igiennembrud sikker, og tillige rummelig nok, saavel for Arbeiderne, som for de Maskiners Anlæggelse ved Enden af Pladsen, som behøves for at kaste Vandet ud, hvilket mestendeels i Mængde qviller op af Bunden, naar man graver

§. 330.

Murene selv angaaende, da føres de indvendig i Sluserne perpendikulaire op. Den ydere Beklædning gjøres, om muligt, med

Anmerkning angaaende Murene.

ver sig ned i samme. De dertil tienlige Hydrauliske Maskiner ere alle beskrevne i det foregaaende. Er Grunden udgravet til den Dybde, som behøves, da trekkes alle Hovedlinierne af Verket.

I slet Grund begynder man derpaa allerførst Tab. XXIII. Fig. 1. med at slaae ved den ene Ende *az*, efter Directionen af Linierne *a z* og *c y*, to Rad stærke Pæle, af 10 til 12 Tommers Tykkelse i Fiirkant, og af den Længde, som Grunden den behøver. De staae 6 *a* 8 Fod fra hinanden, og drives, saa længe som de kunne synke for Slaget af den forhen beskrevne Pæle-Maskine, ned i Grunden. Man seer et Stykke af en Rad saadanne Pæle i Fig. 2. udi *e*, saaledes, som de i Grunden staae efter hinanden i lige Linie. Oven over disse Pæle legges stærke tykke Bielker, hvilke med Pælene meget stærk forbindes. Disse Bielker legges ligeledes efter *c y* og *a z*. Imellem begge Linier lades et saa stort Rum, at imellem dem kan slaaes en Rad stærke Spund-Pæle. Mellem-Rummet, som udgiør Kanalen for Spund-Pælene, er gemeenlig 4 til 5 Tommer, derimod giør man Spund-Pælene gierne meget brede, nemlig 12 til 16 Tommer, for at befordre Arbeidet, og at giøre det desto stærkere i sig. En Rad af disse sidste, saaledes som de staae sammen udi Grunden, foreviises i Tab. XXIV. Fig. 3. De tiene til at forvare Enden af Slusen *az*, at Vandet fra Siderne ei skal trenge ind under Grunden. Hvor man frygter meget, slaaes en dobbelt Rad af deslige Spund-Pæle, saa helt falder over Fuge, hvilket, om behøves eller ikke, altid i et hvert enkelt Tilfælde, maa sluttes af Grundens Beskaffenhed. Paa selvsamme Maade forsynes den anden Ende *bi*, saavelsom alle de Steder som *mn*, paa hvilke Fodstykkerne foran for Sluse-Portene skulle anlegges, fordi disses Tyngde og Trykning af Vandet

Hvorledes Fundamentet i Sluserne i slet Grund forsynes.

 som

med store Steen, hvert andet Lag af lange, som stikke med Enden dybt ind i Muren, hver andet Lag derimod med andre, hvis Bredde overgaaer Længden, saaledes som man seer Randerne af Muren

som Fodstykkerne maa bære, er overmaade betydelig; hvorfor og de Bielker, som der efter Længden legges, ere førere end de andre. Ved begge Ender paa de Steder, hvor Side-Murene begynde at falde fraa af efter *rt* og *sv*, slaaes hen efter Linien K*rsq* en enkelt Rad af Pæle, over hvilke legges som før en Bielke efter Bredden, foran for hvilken slaaes ydermere en Rad Spund-Pæle. Deri bestaaer det fornemmeste Modværn, som man i alle Sluser bygger imod Vandet, for at forekomme, at det uden for Slusen fra Kilder eller Vand-Arme tilflydende Vand ikke skal underæde Grunden. Jo tungere Side-Mure man maa opføre, desto bedre maa under dem Grunden forsynes, stærkere nemlig end det Rum, de indslutter og over hvilket Vandet flyder, Fodstykkerne under Portene alene undtagne. Man slaaer derfor efter andre Linier, som EGHF, parallele med *az* ligeledes Pæle ned, over hvilke, som før, stærke Bielker (dog uden Spund-Pæle foran) legges som før, dog slaaes Pælene tettere hos hverandre under Side-Murene, langs hen efter EG og HF, end under Resten af Linien GH. Af hele Radder af Pæle, som EGHF, legges sædvanlig ikke mange; Under Murene derimod legger man imellem de lange og hele Radder andre kortere, som LM. Man legger af begge Dele, efter Grundens Fornødenhed, i større eller mindre Mængde, saaledes som man seer i Grund-Risset Tab. XX. Fig. 1. hvilket ved almindelige Regler ikke kan bestemmes. For at tette Grunden ved Pælene overalt ligemeget, og at giøre den overalt lige stærk, slaaer man disse saaledes ned for hverandre, at hver Pæl i den følgende Rad staaer midt for to andre i den foregaaende.

Tvert

Muren indfattede ved Stieboret udi Taf. XXIII. Fig. 6. Saa tidt som Steen staae Fare for at nedskylles af Havet, (hvilket er især at befrygte, paa den hele Dybde ned efter under Vandlinien, i hvilken Bøl-

Tvert over Bielkerne, som løbe efter Bredden, legges andre lige saa stærke efter Længden, eller efter Linier parallele *ba*, de legges vel ind i de første. Disse sidste legges langt nærmere sammen under Side-Murene, end under Rummet i Midten af Sluſen. Samtlig disse Bielker ligge over hverandre, som i Taf. XXII. Fig. 1. og Taf. XXIII. Fig. 3. hvilken sidste forestiller et Stykke af Sluse-Portene; i det falder Bielkerne *b* tverts hen efter Sluſen, og *a* hen efter dens Længde. Man gior vel i at styrke disse Tver-Bielker med Pæle udi Grunden, ligesom de efter Længden, skiønt Pælene ikke behøves til disse første i den Mængde, som i de andre. Samtlig disse Bielker udgiøre saaledes en Rist, hvis Mellem Huller siden fyldes med Muurverk, sammenbundet ved Cæment, og sammenfuget oven til ligeledes med et Lag af Cæment. Dette Grundverk beklædes, saavidt Sluse-Rummet imellem Side-Murene gaaer, med Ege-Planker, hvorved man faaer det underste Gulv. Samme bør belegges med andre Bielker efter Bredden og Længden af Sluſen, hvilke løbe lige over de underste, og giøre en nye Rist, som fyldes med Muurverk, ligesom den forrige, og belegges oven til med et Gulv af Ege-Planker, hvilke endnu beklædes med andre, saa heelt falder over Fuge. Gulvets Beklædning sees i Tab. XXII. Fig. 1. og i Tab. XXIII. Fig. 3. ved 3. Gulvene tieres og kalfatres med stor Flid.

Man seer ellers dette udi Tegningen meget tydelig Tab. XXII. Fig. 1. som er en Grundtegning, der kan passe sig til den Deel af Sluſen i Tab. XXIV. Fig. 4. som ligger imellem *q* og A. Man seer nemlig tydelig i *aa* og *qq* de Bielker efter Bredden af Sluſen, som først slaaes ned under Portenes Fodstykker, og imellem dem Spund-Pælene. Ligeledes en saadan Tver-Bielke med Spund-

Bølgernes Bevægelse er heftig) hefter man dem sammen med Jern-Klammere *a*, som i Tab. XXVI. Fig. 4. hvilke paa Kanterne gribe med dybe Grene ned i de Huller, hvilke ere udgravne i Stenen saa-

Pæle udi *kk*, der nemlig, hvor Brekningen af Muren begynder. Ligeledes sees den Rist, de øvrige Bielker gisre efter Længden og Tverten i Grunden, hvorledes over den Halvdelen af det første Gulv ligger, og over det igien andre Tver-Bielker, og Bielker paa langs ligge over de første.

En Rist, som den forhen beskrevne, er iblant alle de, som i Grund-Bygning bruges, for paa den over en slet Grund at anlegge et tungt Muurverk, unegtelig den beste; følgelig gior man vel i at betiene sig af den overalt under Side-Murene i slet Grund. I Midt-Rummet eller Sluse-Rummet, imellem Murene derimod, veed man af Erfaring, at det ikke er tienligt, at lade Pælene stikke saa høit over Grunden, saa de med Enderne løbe op i Muurverket. Thi Træ og Muur forbinde sig ei saa got med hverandre, at jo imellem begge Vandet fra Grunden kan trenge op under Gulvene. Man gior derfor under Sluse-Gulvene med større Nytte den Indretning, som vises i Profilen Tab. XXIII. Fig. 2. Nemlig, man skier Pælene *e* af strax neden i Grunden saa de ei stikke op over den, de som *a* alene undtagne, hvilke bære de før omtalte Tver-Bielker *o*, med hvilke Spund-Pælene ere forbundne. Efter at Grunden over de andre Pæle er bleven glattet, legges plat hen over Grunden Muurverket M i den Høide, som efter Omstændighederne behøves. Øverst oppe legges ind i dette Muurverk Tver-Bielkerne af Risten 1, som belegges med Bielker efter Længden 2, oven over igien legges Gulvet 3, hvis øverste løber i lige Linie med det øverste af Tver-Bielken *o*. Oven paa det første Gulv legges igien, som Profilen tydelig viser, Bielker efter Tverten og Længden, som udgiøre en Rist, hvis Mellem-Rum, paa før sagte Maade,

fyldes

saaledes at de neden i ere videre end oven i. Man lader Hullerne løbe til med smelted Blye. Den ene Steen holder saaledes og styrker anseelig den anden. Hvor man vil giøre Forbindningen endnu

fyldes med Muurverk, og sluttes endelig oven til med et dobbelt Gulv af 3 Tommer tykke Planker. Gulvet falder af med en liden Skakning af 3 Linier til hver Fods Længde, ned imod Udløbet; at Vandet desto bedre kan flyde af.

Man kan agte, at Forelsen af Tømmeret bør egentlig rette sig efter Slusens Størrelse eller Vandets Trykning, hvilken er som Høiden i Grundfladen, og for samme Høide som Qvadraterne af Slusernes Længder, naar man nemlig antager, at deres Grundrisse alle ere ligedanne Figurer. Man kan legge dette til Grund for Tømmerverkets adskillige Forlighed, saavel i Bielkerne udi Grunden, som i Gulv-Beklædningen. Da Slusernes Bredder forandres fra 7′ til 48′, saa kan agtes, at man i de første giør Underlags-Bielkerne af 9 Tommers Høide, i de sidste af 11. Hvorefter Resten kan proportioneres. I Mangel af Tømmer, som er fort nok, legges et eller to Gulve meer, alt efter Omstændighederne. Man forstærker ligeledes Muren i Grunden. Den antages til to Fods Tykkelse i Sluser under 12 Fods Bredde, i de andre legger man en Tomme til Tykkelsen, for hver Fod at Slusen voxer udi Bredden.

At Grunden under Portene vel forsynes, er en høist væsentlig Post, man kan af Profilen Tab. XXIII. Fig. 2. og af Grund-Risset af dette Stykke af Slusen i Fig. 3. udi hvilke de felles Bogstaver betegne det samme, desangaaende giøre sig et fuldkomment Begreb. Nemlig, saasnart som det første Gulv er lagt, legges oven paa Tver-Bielkerne o, som Spund-Pælene ere boltede ind i, en anden Tver-Bielke s, saa tyk (om saa før Træ kan faaes) at i den neden ved V det runde Hul kan legges, udi hvilket Tappen af Dør-Stol-

endnu stærkere, hugger man Stenen saaledes, at den ene falder med en Fals ind i den anden, saaledes som man seer ved *b*.

§. 331.

pen 4 kan veltes om, naar Slusen bevæges, og at den desuden kan have den fornødne Tykkelse *m*, som Fodstykkerne, hvilke Portene slaae an paa neden til, bør have over det øverste Gulv, for at have et fast Anlag, og desto bedre at kunde holde Vandet ude. Ligesom Opritset Fig. 2. viser, i hvad Høide Fodstykkerne, som Port-Fløiene slaae an paa, ligge over det øverste Gulv, saa sees derimod i Grundridset Fig. 3. alle de Bielker, paa hvis Forbindelse Fundamentet under disse Porte beroer. *s* er en meget stærk Bielke, lagt efter Bredden af Slusen, og som løber 3 Fod ind i Muurverket af Side-Murene. *r* er en ligesaadan Bielke, indhugget i og lagt perpendiculaire an imod *s*. Den løber i Grunden, for desto større Sikkerheds Skyld, saa langt ud, at den kan hvile uden for Portene paa to Tver-Bielker, saaledes, som det vises i *r*. Med *s* og *r* ere Anslags Bielkerne *m* og *m* meget stærk forbundne. Ved *n* vises hvorledes de ere indhugne, paa det at Gulvet kan legges ind i Furen. *o* og *x* forestille to andre Bielker, som ere lagte foran for Anslag-Bielkerne, for derved at styrke disse sidste desto meer. I *k* sees Indhugningen i Bielkerne *s* og *r*, for at legge det øverste Gulv, efter at Rummene neden under ere blevne paa den forhen beskrevne Maade, fyldte med Muurverk af Cæment. Man kan agte, at i Fig. 2. er Høiden *cd* saa stor, som Distancen imellem Gulvene, eller en Tver-Bielkes Høide. Bredden af Bielkerne *s* og *m* er gemeenlig den af to andre Tver-Bielker.

Er Grunden i sig fast og sikker, da bruges ingen Rist, man legger Muurverket simpel hen paa Grunden, hvilket oven til beklædes med dobbelte Bredder, som Gulvet, der hviler paa Underlag af samme Tykkelse og Fasthed som før, efter Længden af Slusen.

Dog

§. 331.

Saa og angaaende adskillige Slags af Sluse-Porte.

Angaaende Portene kan ydermere agtes, at fra de store løber altid Jern-Kieder hen til og over Axlerne af Vinder, der ere anlagte

Dog maa vel agtes, at de forhen omtalte Radder af Spund-Pæle slaaes i dette Tilfælde, ligesom før, og om Grunden er saa haard, at de i den ikke kunde drives ned, graver man en Fure 5 til 6 Fod dyb, som man sætter Spund-Pælene ind i, saaledes at de i Ploiningen gaae vel ind i hverandre, og boltes stærk fast til Tver-Bielkerne, som for sagt. I al Tilfælde giør man vel i at forsyne saavel Spund-Pælene foran, som Murene rundt omkring i Grunden, med et Lav feedt Leer, i det mindste 3 til 4 Fod tyk.

Forstrandens Beskaffenhed og Anlegning beskrives.

Saa tidt som Vandet med stærk Fart skyller ud af Sluserne, som i de, man bruger til at rense Havne-Løbene; eller og Havet med stærke Bølger og Bevægelser velter sig ind over Stranden, og brekker sig imod Sluse-Murene; Ligesaa tidt behover man en Forstrand for Slusen, hvilken Vandet ikke kan opvyle, saa man i disse Tilfælde ikke som før lader Sluse Grundens Sikkerhed beroe alene paa de forhen beskrevne Radder af Spund-Pæle. Denne Forstrand legges saaledes, som det vises i Tab. XX. Fig. 1. Den har nemlig en ligesaadan Skakning og Affald som Sluse-Gulvet selv. Længden ud efter *a b* tages saa stor som 5 gange Vandets høieste Høide i Slusen, og slutter sig med en Rad Spund-Pæle C *d*, forsynede med Leer i Grunden ud ad imod Havet, og naar man vil være endnu mere forsigtig, med nogle Favne Faskin- og Flette-Verk, uden for Spund-Pælene C *d*. Grunden A graves saa dybt ud, at nederst i den kan legges Leer B 1½ Fod tykt, hvilket med Klotser eller saa kaldte Jomfruer bankes vel sammen. Oven paa Leret legges til saa omtrent Alens Tykkelse, nogle Lav af stærke og vel bundne Faskiner. Deres Længde vendes efter Directionen af Vandet, og deres smalle Ende ligeledes ud imod det, hvorved Kræfterne af Vandet, som søger

at

lagte paa Side-Murene, ved disse Vinder og Kieder vindes de, som man strax let forstaaer, op og i. Dog bruges disse Porte fornemmelig ved de Sluser, som tiene i Seiladsen og Skibenes Gien-

at brekke ind under Grunden, overmaade deles og svekkes. Igiennem alle disse Faskiner slaaes Pæle, hvilke sammenbindes med Flette-Verk, som i D. Imellem Flette-Verket legges store Steen, best Fliser, paa Kanten. De Aabninger, hvilke disse lade imellem hverandre, fyldes med Pæle, saa Stenene derved med stor Flid drives fast ind imod hverandre. Den hele Forstrand falder tilsidst af i ret Linie oven til efter Skakningen af Sluse-Grunden, som for sagt. Vil man forsyne den endnu bedre, graver man, om skee kan for Kilder, endnu dybere ned i Grunden, legger flere Faskin-Lav, hvilke i alt behandles paa den nylig forklarte Maade, over dem paa nedslagne Pæle legges Bielker efter Bredden og Længden, der udgiøre en Rist, som ved E. I dens Huller slaaes endnu to Pæle ind efter Tver-Linierne, hvilke ved Bolter sammenbindes med Bielkerne, Derpaa fyldes Hullerne i Risten med Steen, satte paa Kanten, og sammenpælede, som for. Man kan endnu ydermere jevne alt oven til med Leer i Hullerne af Risten, og derpaa beklæde den med et Gulv af Ege-Planker, saa tidt som man ei skyer de anseelige Bekostninger, hvilke dermed følger. Bredden af Forstranden er gemeenlig over det smalleste den samme, som hele Slusens og dens Floies. Man legger og meget ofte en saadan Forstrand ind ad til Landet i Flodsbet.

Floiene legges i adskillige Hensigter ved Enderne af Sluserne ud ad Havet til, foruden anden Nytte er denne anseelig, at de tiene til at forvare Sluse-Muren i F og G imod Bølgernes Anfald. Gemeenlig giøres de som Diger, beklædde med Muurverk, med anseelig Talud, eller og med Tømmerverk saaledes, som Verket selv foran vises i Tab. XXII. Fig. 2. og Profilen af Forbindingen i Fig. 3.

Giennemgang. De derimod, som anlegges alene for at lade Vandet fra Landet af ved Ebben flyde igiennem, eller til at rense Havnen i samme Tid, disse lukker man med Porte, bevægelige om en Axel, der enten ligger i Midten af Porten, eller omtrent i dens Midte. Hoved-Begrebet af disse Poster er kortelig denne. AB forestiller Tab. XXII. Fig. 6. den hele Bredde af Sluse, som ved Porten skal lukkes, *ab* derimod Oversnittet af Porten, og i C sees Stolpen, om hvilken den bevæges. Hvorledes denne Bevægelse skeer, sees endnu tydeligere i Opridset af Porten Fig. 4. hvor man igien i C seer Midtstolpen bevægelig om to Tapper i *n* og *m*. De to Fløie af Porten sees hen efter C*a* og C*b*, og man seer tydelig i Fig. 6. hvorledes disse slutte paa begge Sider udi Muren i *a* og *b*. Dette forudsat, kan ydermere agtes, at man enten lukker den hele Sluse-Aabning med en eneste saadan Port, som i Fig. 6. eller og for at formindske Trykningen af Vandet paa enhver for sig, af disse Porte gier man dem mindre og dobbelte, som i Fig. 7. hvor de i Midten af Aabningen slaae begge an paa et fælles Anslag D udi Midten. Man seer tillige udi *r* og *s* Anslag, som ere lagte for paa Gulvet af Sluse, at de i at aabne sig, ei skulle gaae videre om paa Siden end de bør, eller og de holdes ved en Lenke, som vises i Fig. 4.

Naar begge Fløiene ere i disse Porte lige store, er Vandets Trykning paa begge lige stærk, saa de derfor ved Vinder meget let kunde aabnes og lukkes. Gieres derimod den Fløi, som vender ud imod Havet, som *ab* i Fig. 7. om nogle Tommer større end *ac*, da saa snart som denne Fløi bliver lagt lidt skraae imod Stremmen, lukkes den af Floden selv, saa snart som samme kom-

mer tilbage, hvorpaa Hav-Vandet siden ikke kan flyde ind igiennem Sluſen ind ad Landet til.

Naar man ikke vil ved Vinder, med Kieder eller Tov holde disſe Porte, gier man Fig. 6. inde i Muren ved *c* et Indſnit, udi hvilket den saa kaldte Knegt, som sees i Fig. 5. saaledes kan legges, at den ikke hindrer Floienes og Portens Aabning og Flugt. Denne bevæges i to Pander om de to Tapper *e* og *d*. Naar den trekkes frem, lukker dens lange Arm *h*, for den Flei C*a*, saa at samme ei kan gaae tilbage. Tømmer og Jernverket forſtaaes fuldkommen af Figuren. Ved et Tov, som hefter i Krogen K, trekkes den frem og feſtes til Porten. Til den Ende er i Hoved-Bielken over Porten, oven over *n*, en Gang giort af Bredder-Verk, som de kunne gaae paa, der ſkulle aabne eller lukke Portene, hvad heller det ſkeer paa denne eller paa andre deslige Maader. Naar Porten er saaledes forſynet, kan Vandets Trykning fra Landſiden af ikke aabne den, om det end voxer høiere end Vandet fra Havet.

§. 332.

Undertiden legger man deslige ſmaa Porte ind i de ſtore og først beſkrevne, hvorved Sluſe-Aabningerne uden Hinder for Seiladſen lukkes. Saaledes kan i Fig. 4. NM foreſtille en af disſe Porte, neden i hvilken en anden af de nylig beſkrevne, er anlagt i *namb*. Udi hvilken ſidſte igien er lagt et Stieboer i F, ved hvilket Vandet fra Landet af under Flod-Tiden til deels kan udlades, om det ſkulde voxe for høit. Dette Stieboer trekkes op og lades ned ved en Art Formands-Vinde paa forhen beſkrevne Maade.

Et

Et andet ligesaadant Stieboer er anlagt i Q Er Stolpen af Porten lagt i dens Midte, saa at Vandets Trykning, saavel inden til, som uden fra er lige stærk, saa kan man ved at aabne enten den ene eller den anden af disse Stieboer, foraarsage, at Trykningen af Vandet bliver paa den ene af Port-Fløiene stærkere end paa den anden, hvorved Porten kan ved Vandet alene blive aabnet, naar og som man vil, uden at dertil andre Maskiner behøves.

§. 333.

Angaaende de Sluser, som legges ved Kanalerne til smaae Skibes Giennemgang, kan agtes. At man bestemmer allerførst deres indvendige Vidde, af de største Skibes Bredde, som skal gaae igiennem; eller af deres Mængde, om man tillige vil indrette Rummet imellem Portene saaledes, at paa engang flere deslige Skibe kunde ind og udlades, hvilket beroer paa hvad Mængde Vand man haver at raade over. Længden af hele Sluse-Verket er mestendeels henimod 250 Fod. Længden af den øverste Sluse-Aabning fra *b* til *c* Tab. XXIV. Fig. 1 og 2. holder 18 Fod. I *c* slaaes en Rad Spund-Pæle, hefstede til en Bielke, der løber hen efter Grunden paa den forhen beskrevne Maade. *d e* er en Bredde af 10 Fod. I *e* er atter igien en Rad Spund-Pæle nedslagne, for at forsikre derved desto bedre Muren, som opføres imellem *d* og *e*, over hvilken nemlig Vandet styrter ned fra den øvere Sluse ind i Mellem-Rummet imellem begge. Da det kommer især an paa, at denne Muur ikke fordærves, legger man fra *n* til *o* tværts over tre stærke Bielker ind i Muren, den ene allerunderst i den ved Gulvet, den

Noiere Beskrivning af de smaa Sluser, som bruges ved Kanalerne til Handelens Befordring.

anden allereverst oppe, og den tredie i Midten, med hvis yderste Kant deres yderste Flade neie passer. Paa dem nagles et dobbelt Lag Planker, heelt over Fuge, som kalfatres og beges *).

*) Grundlegningen angaaende, da gior man sig ved disse Sluser ikke den Møie, som ved de forrige, fordi Vandets Tyngde, Trykning og Kræfter er her langt fra ikke saa anseelig som før. Dog maa man altid rette sig efter de forhen givne Regler for Grunden. Er den nogenlunde god, gaaer man ikke stort dybere end en Alen ned i Grunden. De 15 Tommer legges allerunderst med Muurverk, oven paa hvilket siden en Rist af Bielker paa Tverten legges, saaledes som Fig. 1. viser. De bør holde 9 til 10 Tommer i Tykkelse, og imellem dem mures med Cæment. Oven paa disse Bielker legges igien et dobbelt Lav Planker til Gulv, paa den forhen beskrevne Maade.

Man maa agte, at for ved Vandfalds-Muren *oe* Fig. 2. gaaer man noget dybere i Grunden paa en Distance af 16 Fod, for at legge en dobbelt Rist med et dobbelt Gulv. Aabningerne i den øvere Rist formures ligeledes, som før, med Steen og Cæment. Denne dobbelte Rist sees Fig. 2. hen efter *ef*. Foran i *f* er den sluttet med en Rad Spund-Pæle. Man seer af Figuren, at den underste Sluse er forsynet paa samme Maade. Og af Fig. 1. hvorledes Bielkerne i Grunden stives ved Pæle, som de forbindes med ved Jern-Bolter.

Distancen *fg* er 135 Fod. Den øvrige Længde fra *g* til H, 90 Fod. Man giver dem en dobbelt og affaldende Forstraud for og bag. Det øvrige forstaaes temmelig let af Tegningen og af det forhen sagte, og kan i alle enkelte Tilfælde efter Omstændighederne indrettes, saa at vi derfor ikke ville være vidtløftigere i disse Beskrivninger, hvoraf vi dog ikke have foresat os at give, uden de første og nødvendigste Princips,

Man

Man kan dog endnu til Slutning agte, at esterdi man ikke giver Vandet høiere end 8 i det høieste 10 Fods Fald i hver Sluse, saa maa flere Sluser legges efter hinanden, hvor Omstændighederne det udkræve. Man seer deraf et Udkast i Tab. XIX. Fig. 6.

Sex og tivende Forelæsning.

Om
Kanalerne og Havnene.

§. 334.

De sidst beskrevne Sluser bruges især ved Kanalerne. Man forstaaer ved disse sidste dybe og brede Grøfter eller Grave, hvorved Vandet føres fra et Sted til det andet. I alle de Lande, som igiennemskiæres af Floder, er intet større blevet optænkt til Handelens og Seiladsens Befordring, end disse store og vanskelige Hydrauliske Verker, ved hvilke Havne og Floder, som paa mangfoldige Mile ligge fra hinanden, kunde forenes; det faste Land imellem dem, saa at sige, gjøres beseileligt; Skibene føres op over Biergene, og uden Fare falde igien ned i Dalene. Den uendelig Mængde Fordeele, som i al udenlands Handel derved kan vindes, saavel ved at sætte de udenlandske Vahre af, som ved at forskaffe det inderste i Rigerne paa en overmaade let og lidet bekostelig Maade, de udenlandske, hvilke de behøve; seer enhver selv let ved nok saa liden Eftertanke, saa det ei behøves derom at handle udførligere.

Det er af denne Aarsag, at man fra de ældste Tider af haver gravet Kanaler, men disse Arbeider vare den Tid ufuldkomne, fordi man ei vidste at bestride Vandfaldene ved Sluser. Efter

at

at disse sidste ere blevne sundne, haver man anlagt i adskillige af Naturen dertil skikkede Lande, Italien og Holland, for Exempel, en Mængde Kanaler. Hvor de Vande, som skulle forenes, ikke ligge uden faa Mile fra hverandre, er det Foretagende, at legge en Kanal, et Arbeide, som allerede er betydeligt, og af stor Bekostning, af større nemlig eller mindre, eftersom den Grund er beskaffen til, som skal igiennemskiæres. Naar derimod, som i Kanalen af Langvedok, et saadant Arbeide skal foretages, paa 50 eller flere Miles Distance, er det et Foretagende af nogle Millioners Bekostning, ved hvilket man maa bruge en uendelig Forsigtighed, i at føre Kanalen paa den mindst bekostelige Maade.

§. 335.

For at forstaae det herhid hørende nogenlunde, maa agtes; at en Kanal er, Tab. XXV. Fig. 9. som før sagt, en dyb og viid inddiget Grøft, i Oversnit som *abcd*. Staaer i den Vandet til *ef*, maa *ef* være af 5, 6 til 7 Ruthers Bredde, eftersom de Fahrteier ere store til, som skulle gaae igiennem den, og vige hverandre ud. Dybden af Vandet *gb* beroer paa, hvor dybt disse Fahrtøier stikke i Vandet; i store Kanaler er gemeenlig *gb* fra 5 til 7 Fod. I Almindelighed giør man alle Dimensionerne saa smaa, som Omstændighederne, alt vel overlagt, tillade det, for ei at falde i uovervindelige Bekostninger. Skakningen *bh* indrettes efter Grundens Beskaffenhed, udi hvilken Kanalen føres. En saadan Grav maa derfor føres imellem de to Vande, som skulle forenes, saaledes at dens Grund overalt føres hen efter Horizonten, omtrent i samme lige Linie, (thi man giver paa 50 Ruther ikke uden 6 til 7 i det

høieste

høieste 8 Tommers Affald) uagtet hvad Grunden stiger eller falder; følgelig uagtet alle de Dale og Bierge, som underveis forekomme, igiennem hvilke den maa føres. Hvoraf strax sees, at dette Arbeide maa paa mange Steder blive af betydelig Vanskelighed.

§. 336.

Man maa derfor, før man kan domme om et saadant Verk, hvad heller det er mueligt eller ikke, allerførst undersøge ved en neie Vandmaalning, hvorledes de Vande ligge, hvilke skulle forenes med hverandre. Saa maa og tillige med stor Flid Egnen imellem disse Vande, og Beskaffenheden af Grunden, overalt saa vel som mueligt undersøges. Da en af to Tilfælde møder, enten at det ene Vand ligger høiere end det andet, og Egnen imellem begge tillader, at Kanalen kan føres ved et ideligt Affald fra det høiere til det lavere. Saafremt den Flod eller det Vand, som da ligger øverst, haver Vand nok, til baade at underholde sig selv idelig og Kanalen, haver man allerede overmaade meget vundet, fordi man da uden videre Bekostning, strax haver et Vandstæd, hvorfra man idelig og rigelig kan underholde Kanalen. Tillader derimod ikke Egnen og Flodernes Leie imod hverandre, at man kan fra den ene trekke det Vand, som Kanalen behøver, der skal giøre dens Forening med den anden, da maa man allerførst see paa, om man fra det høieste Sted, som Kanalerne imellem Floderne bør igiennemløbe, ved et dobbelt Fald fra samme af ned efter imod de andre Floder, kan føre saa meget Vand ind i begge Armene af Kanalen, som til en idelig Seilads behøves. Treffer det sig da, at man oven over dette Sted finder en af Naturen indrettet Søe,

som

som er Vandrig nok, haver man hvad man ønsker. Saafremt denne ikke findes, men i dens Sted Floder, som løbe igiennem Dale, der kunde indhegnes med Diger, og hvis samlede Vande saaledes indhegnede, kunde giøre en overmaade stor Søe ud med overflødig Vand, da maa denne Indretning giøres; Hvilken især er fordeelagtig og af maadelig Bekostning, naar Vandet kan samles imellem Bierge og høie Bakker af fast Grund, saa man ikke behøver uden Forenings-Diger hist og her imellem dem, for at holde Vandet til behørig Høide.

§. 336.

Naar man saaledes veed, hvorfra Vandet til Kanalen skal komme, maa den hele Egn, igiennem hvilken den skal føres, neie Nivelleres, for at vide dens Stigning og Affald. Man maa derpaa forfatte ordentlige Kort, for at vise, hvor Kanalens mindst bekostelige Løb kan falde. Hvori man, saa meget som mueligt, seer paa at undgaae Bierge, der skulde igiennemgraves eller udhugges, og lige saa meget Moratser; de Steder, paa hvilke Regn- og Snee-Vandene til visse Aarets-Tider plutselig og høit voxe; Steder af overmaade ond og utet Grund, igiennem hvilken Vandet filtrerer og taber sig, saavelsom alle overmaade store Dybder. Enhver seer let, hvad betydelig Arbeide derfor at man forud maa paatage sig. For 1) at kunde sige, om en Kanal er muelig. 2) At kunde bestemme dens beste og mindst bekostelige Løb.

§. 337.

Hoved-Anmerkninger anbelangende Kanalernes Anlegning hen efter Længden.

Man fører Kanalerne i ret Linie, saa meget som de før anførte Omstændigheder det tillade, og ikke videre. Man fører dem i Grun-

Grunden, saa deres Diger ligge an i den faste Jord med begge Sider, saa meget som mueligt. I jevn Grund og paa Sletten fører man Diget høiere end Horizonten, og giver det en Skakning eller Affald imod Marken, saaledes som Profilen viser Tab. XXV. Fig. 9. Man tager til Diget den beste Jord, som i Nærværelsen kan faaes, renser den meget nøie, og banker den sammen og i hinanden med stor Flid, i det den legges. Man betiener sig ei af løse og i Grunden ei indlagte Diger, uden hvor Landet daler, og er lavere end Bunden i Kanalen. Naar Kanalen gaaer igiennem moratsige og sumpige Steder, legger man stærke forhøiede og vel forsynede Diger, igiennem hvilken Kanalen føres. Disse Diger forsynes neden med murede Aabninger, igiennem hvilke de fremmede Vande kunde flyde af; thi man maa saa meget som mueligt see paa, at skaffe dem Affald, at Diget, og den paa det anlagte Kanal, ei oversvømmes, meget mindre endnu brekker, og de omkring liggende Egne sættes under Vand. I Almindelighed samler man paa alle de Steder, hvor Vand til visse Tider flyder i stor Mængde til, dette Vand i Grøfter, som løbe parallele med Kanalen, der ere store nok, for at tage imod det, og ikke anlagte alt for nær ved Kanalen, fra hvilke, ved de under Kanalen giorte Vandledninger, det igien føres af. Hvor man treffer paa en Grund, der lader Vandet i Mængde sie sig igiennem, forsyner man Siden af Diget med Leer. Skal Kanalen nødvendig føres hen over store Dybder, som ikke kunne undgaaes, maa man anlegge neden fra hvelvede Vandledninger eller *Aqveduct*, over hvilke den føres. Treffer man hist og her paa en overmaade høi Grund, langt høiere end Bunden af Kanalen bør ligge, graver man den ud heel igiennem lige ned til

den

den Vandlinie i Grunden, over hvilken Bunden af Kanalen ligger. Da i dette Tilfælde den vertikale Høide af Kanalens flakke Sider bliver meget stor, bør de sættes af med Trin eller Affatser langs op efter, at ikke Regn- og Snee-Vandet skal føre alt for meget Dynd og Slam ind i Kanalen. Naar Kiøre-Veie skulle anlegges over Kanalen, legger man dem gemeenlig, saavelsom de dertil nødige Vindelbroer, over de Stæder, hvor Siderne af Kanalen stiger til nogen Høide over den øverste Vandlinie i Kanalen.

Smaa Aaer og Strømme er det sielden tienligt at føre ind i Kanaler, med mindre deres Vande ere meget klare, fordi de fylde dem med Sand. Man fører dem derfor gierne over Kanalen fort, og giver dem ved murede Vandgange, som nyelig sagt, Udløb under den.

Store Bierge maa undertiden igiennemhugges. Ved Kanalen i Langvedoc er saaledes i Bierget Malpas giort paa 60 Ruthers Længde en hvelved Giennemfart. Man fører ikke gierne en Kanal i Dale imellem høie Bierge, af Frygt for den Mængde Vand, som fra dem styrter ned, naar Sneen smelter, eller stærk og langvarig Plats-Regn indfalder. Af samme Frygt fører man den heller ikke gierne langs hen efter Siden af et Bierg.

§. 339.

Da Landet falder idelig ned efter fra det høieste Punkt af til Kanalens Udløb i de Floder eller Vande, som man vil ved den forene, er det nødvendigt at anlegge paa de bequemmeste Stæder Sluser. Da ved enhver af dem Vandfaldet ikke gierne tages høiere end til 8, i det høieste 10 Fod, saa maa saa omtrent lige

saa mange Sluser anlegges, som man ved Vandmaalingen finder, at det høieste Punkts Distance over det laveste indeholder 8 Fod til. I at anlegge disse Sluser, retter man sig efter Stedernes naturlige Affald, saa at, naar man engang er faldet, man siden kan blive ved uden Uleilighed at falde immer hen, hvilket maa dømmes af Egnenes og Landets synderlige Beskaffenhed. Falder Egnen med et pluselig af, legges flere af de sidst beskrevne Sluser an, en efter den anden.

Disse ere de fornemmeste og betydeligste Poster, som i Almindelighed udfordres ved dette Arbeid. Vi gaae alle mindre betydelige med Flid forbie. Dog kunde vi ikke undlade med et Par Ord at forklare de saa kaldte Rulle-Broer, ved hvilke i Mangel af Sluser, Baade føres hen over smaa Vandfald. De ere blevne endeel brugte og bruges i Mangel af Sluser endnu, men Baadene og Fahrtøiene lide meget, i det de trekkes op over dem. Man seer i Tab. XXV. Fig. 6. en saadan Baad i D, paa Rulle-Broen AA, hvis Cylindrer, hvormed den er belagt, og som ruller om deres Tapper, Figuren tydelig viser, tilligemed Bakken A, ned over hvilken Vandet B styrter, og Vinden C, hvormed Baaden trekkes. Det forstaaer sig selv, at man i steden for Vinde kan betiene sig af mange andre iblant de forhen beskrevne Statiske Maskiner.

§. 340.

Kort Beskrivning af Havnenes fornemmeste Beskaffenhedre, oplyst ved et Exempel af Havnen i Alexandria.

Da iblant de Hydrauliske Indretninger det, som angaaer Havnene, er noget med af det betydeligste, ville vi ikke undlade dets angaaende at give et kort Begreb, ragtet at det didhen herende er af en overmaade vidtløftig Omfang. Det fornemmeste kommer imid-

imidlertid an paa følgende Hoved-Poster: De Indviger i Strandene ere tienlige til Havne, som 1) ligge saaledes under Bedækkelse af de udløbende Land-Tunger, at Bølgerne fra det vide Hav af ikke kunde synderlig foruroelige deres Vande; ei heller Vindene fra Søen eller Landet giere Skibene paa deres der værende Leie eller Rede usikkre. 2) Som have saa mange Fods Vand, som Skibene der skulle løbe ind i Havnen, behøve for at svømme paa Vandet, uden at have hist og her Sandbanker og blinde Skier ved sig. 3) Som have god og fast Anker-Grund. 4) Som man kand løbe ind i og ud af igien under $\frac{3}{4}$ af Compassets Streger. 5) Som Strømmene fra Havet ei bære saaledes ind paa, at de i lang Tid kiendelig fyldes med Steen, Sand eller Tang, og at heller ikke af disse Ting faste Banker legge sig foran for Havnen. Ligeledes, at i dem Strømme ei løbe ud, som fylde dem med Jord, Dynd eller Sand, og 6) at de ere store og rummelige, saa de paa engang kunde tage imod en Mængde Skibe. Disse Poster ere de betydeligste ved en god Havn, om de øvrige, som til den i andre Henseende kunde henhøre, ville vi ikke tale. For Ex. at de ligge beleilig for Skibene paa de Steder, hvor stor Handel drives. Hvor Passer udi Søen kunde, saa at sige, sperres, eller paa Steder, hvorfra i Krigs-Tider vigtige Foretagende best kunde udføres. At de med tilstrekkelige Befæstnings-Verker, Udbedrings-Stabler o. s. v. rigelig ere forsynede.

For at giøre Ideen heraf saa meget klarere, ville vi kaste Øinene paa Fig. 2. i Tab. XXVI. som forestiller den Alexandrinske Havn i Ægypten, hvilken Naturen haver dannet ved Øen Pharos, imellem hvilken og Byen Havet havde Indløb. Saaledes seer man strax, at denne Havn havde i *a* og *a* to Indløb, et paa Øster- det andet paa Vester-Siden; at man kunde betiene sig af det ene, naar Vinden og Søen ikke tillod Indgang i det andet.

Man kunde saaledes passere ind i den, og ud af den igien med de allerfleste Vinde; Anker Grunden var god; Havnen var rummelig. Den laae paa det beqvemmeste Sted for Handelen, med et Ord; den Alexandrinske Havn var en Havn, som af Naturen havde overmaade store Fordele samlede.

Imidlertid, da vel ingen Havn findes i Verden, som jo haver nogle Uleiligheder, saa havde og den Alexandrinske sine. Søen bevægede Vandene i Havnen for stærk. Man forekom det ved at legge stærke Steen-Diger *n* paa den forhen beskrevne Maade. For at giøre den esterlige Deel ganske roelig ved uroelig Søe fra Vesten, og omvendt viis, trak man endnu et Dige *p*, tvert over Havnen, dog saa, at Skibene ved egne dertil anlagte Aabninger kunde gaae ind fra den ene af disse Havne i den anden. Da Søen uden for den vesterlige Havn var usikker, blev der et stort Baun *q* anlagt, hvis Lys kunde sees paa nogle Miles Distance ud i Havet ved mørke Nætter.

§. 341.

Havnenes Indretning oplyses ved et Exempel af Havnen i *Civita Vechia*, i Kirke-Staten.

Hvor Naturen aldeles ikke hielper, især om Grunden let lader sig opvyle af Vandet, er det fast umueligt at ville anlegge en Havn. I alle andre Tilfælde kan det skee ved Hielp af de saa kaldte Molos eller store Steen-Diger, som løbe ud i Søen, og indslutte en konstig Havn, til mindre eller til større Deel, eftersom Omstændighederne udfordre det i større eller i mindre Grad. For at give et Exempel paa en Havn, som er meget hiulpen ved Konsten, ville vi anføre den af *Civita Vechia*, som sees Tab. XXVI. Fig. 1. der foreviser Byen og dens irregulaire Fæstnings-Verker, saavelsom Havnen A, hvilken til Sikkerhed imod Vindene er indsluttet paa Siderne med to stærke Steen-Diger C og D, foran for hvilke udi E endnu

endnu er med dobbelt Indløb anlagt et tredie, imod de Vinde, som tillige med Bølgerne fra det brede Hav bare ind paa Havnen. I *a* og *a* ere Fæstnings-Verker anlagte til Havnens Beskyttelse; hele E tiener som Batterie. I B er et eget Indlukke giort af en Deel af Havnen, udi hvilket de Pavelige Galeer ligge. Denne Havn seer enhver lettelig at være overmaade vel anlagt, man sætter alene ud paa den, at den er for liden.

§. 342.

Begge disse nylig omtalte Havne ligge i et Hav uden kiendelig Ebbe og Flod. Alle deslige Havne have en overmaade stor Fordeel frem for de som ligge i Oceanen eller det store Verdens Hav, hvor den Uheld paa de fleste Steder møder, at Vandet ved Ebben falder, saa Skibene maa ligge langt ude, og derfor staae Fare for Stormene fra det vilde Hav, saa at om Anker-Grunden tillige ude paa Reden ikke er god, staae Skibene Fare for at støde an. Man kan, naar Naturen ved god Grund, udløbende Land-Tunger eller Øer hielper, ved Steen-Diger i det dybe Hav indslutte disse Havne paa forsagte Maade; især er det ofte ikke vanskeligt at indrette dem saaledes for Kiøbmands-Skibe, saa de kunne ligge sikker paa Reden; Men naar enten deslige Anlag ei kunde gieres, eller man behøver egne indsluttede Havne for Krigs-Skibe, eller Indløb over lave Grunde for Skibe i Almindelighed, som skulle udbedres, hielper man sig ved at legge ved Konst en Havn, som Søen ved Floden fylder, og udi hvilken Vandet siden under Ebben holdes ved Sluser, saa det ei kan flyde ud; i denne Havn kunde saaledes bestandig Skibene ligge paa Flod. For at giøre Indgangen til den dyb nok ved lave Vande, anlegger man de forømtalte Sluser, hvis Vand under Ebben flyder ud, skyller Sanden bort, og skiær idelig

Grunden

Grunden dybere og dybere ud, hvilken derfor i Forveien, saa vidt som det behøves, er forsynet med stærke Diger paa begge Sider, imellem hvilke Vand-Kanalen falder. Deslige Diger maa forsynes paa det beste, nogle Fod dybere ned i Grunden, end man vil, at ved Tidens Længde Vandet af Sluſen skal udgrave Grunden.

For desto bedre at forstaae det allerede sagte, kan man kaste Øinene paa Tab. XXV. Fig. 3. hvor et Udkast af Havnen ved *Havre de Grace* foreviſes. A forestiller en Kanal eller Aa, fra hvilken Vandet flyder ind i Fæstnings-Gravene, udi hvilke det kan holdes ved Hielp af Sluſerne i *a* og *b*. B viſer den Linie, som Vandet antages at vore op til under Floden, og C ligeledes den, som det falder til ved Ebben. D er Havnen, E den af samme indſluttede Deel, udi hvilken Vandet altid, saa tidt som det behøves, bliver staaende, og fra Graven af kan til Forfriſkning blive indladt igiennem Sluſen ved *d*, og igien udladt igiennem Sluſen *m*. Kanalen *nn* er den, som Vandet der med stor Fart lades ud af Sluſerne først udborer og holder siden idelig ryddelig. Dertil tiene Sluſerne udi *m*, *b*, *t* og *o*, hvilke naar alle aabnes, skylle med stor Fart en stor Mængde Vand ud i Kanalen *nn*.

Man seer deraf tillige, hvorledes et idelig tilflydende Vand A, under Bedækkelse af Fæstnings-Verker, ved Sluſer saaledes kan holdes, at det i Nøds- og Forsvars-Tilfælde kan overskylle de omkring liggende Egne, og forhindre en Fiendes Foretagende imod Byen.

Tillæg til Mekaniken.

1.

Den 180 §. kan kortere og uden at udledes af §. 179. lettere beviſes ſaaledes: Er g Central-Kraften, eller den beſtandige Tyngde, der driver imod Cirklens Centner, hvis Diameter er d, hvad heller at denne Tyngde er ſaa ſtor ſom den Naturlige, eller ikke. Kaldes den Diſtance x, igiennem hvilken ved at falde ved Driften af Tyngden g, det faldende Legeme vinder i Enden af Faldet den Haſtighed, hvormed det gaaer i Cirklen; da bliver denne Haſtighed $= \sqrt{4gx}$, §. 12. Tillæg, og den Centrifugal-Kraft, ſom derved bliver til, er $= \frac{4gx}{d}$. Men fordi Bevægelſen er, i Følge Hypotheſen, circulair, og derfor Centrifugal-Kraften ſaa ſtor ſom Tyngden, ſaa bliver $(4gx) : d = g$ og $x = \frac{1}{4}d$.

2.

Den 179 §. kan paa ſamme Maade beviſes. Thi derſom Tiden igiennem Buen $= t$, og Haſtigheden $= h$, men Buen ſelv $= A$, da bliver i den ensdanne Bevægelſe i Cirklen $A = th$. Kaldes det Rum y, hvilket ved Centrifugal-Kraften imidlertid igiennemlebes med en ensdan voxende Bevægelſe, da bliver §. 16. $\sqrt{2y} = t\sqrt{g}$, og $y = \frac{t^2 g}{2} = \frac{t^2 b^2}{2d} = \frac{A \cdot b}{2d}$. Derfor bliver det

hele Rum, hvilket kan igiennemløbes med den af Central-Kraften, i den Tid t tilveiebragte Hastighed i ensdan Bevægelse, $= (Ath) : d$ §. 49. Derfor ere disse to Rum, hvilke i samme Tid igiennemløbes, under sig, som $Ath : dth$ eller $= A : d$.

3.

Ligeledes kan §. 182. allerkorteſt beviſes saaledes: Fordi Tyngden i Maanens Himmel er $\frac{1}{3600} g$, naar Tyngden her hos os kaldes g; saa bliver den Hastighed, hvilken ved denne Tyngde bliver til ved Faldet igiennem $30r$, eller Maane-Banens Qvart-Diameter $= \sqrt{4 \cdot \frac{1}{3600} \cdot 30 +}$ §. 12. Tillæg, $= \sqrt{\frac{r}{2}}$. Derfor bliver Høiden, som svarer til denne Hastighed $= \frac{r}{2.60}$ §. 57.

Fig. 1.

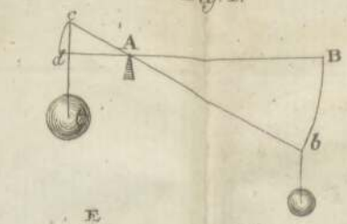
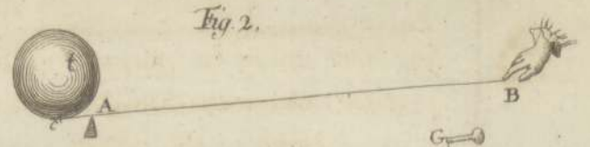




Fig. 3.

Fig. 2.



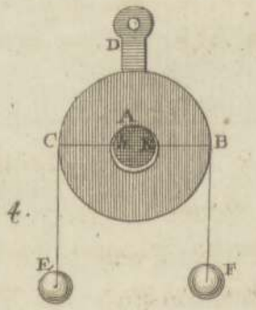


Fig. 4.

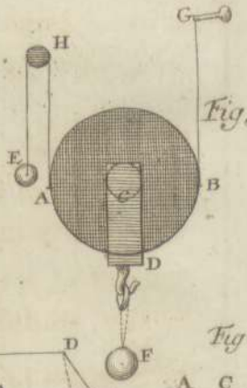


Fig. 5.

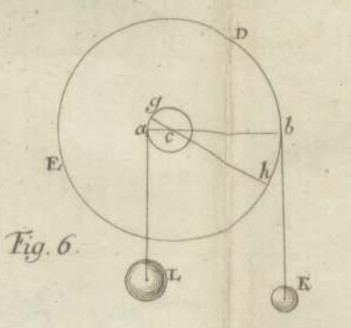


Fig. 6.

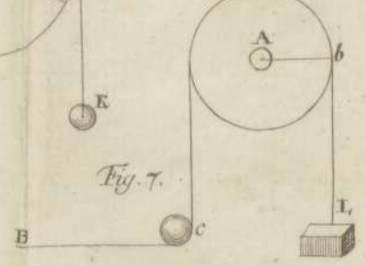


Fig. 7.

Fig. 8

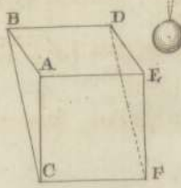


Fig. 11.

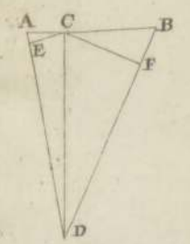


Fig. 9.

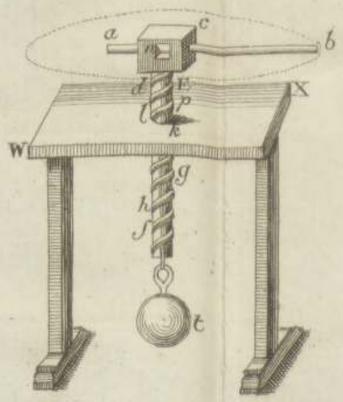


Fig. 10

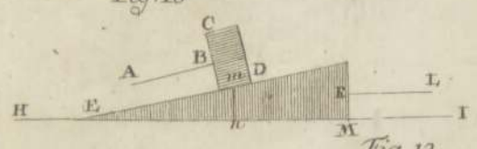


Fig. 12

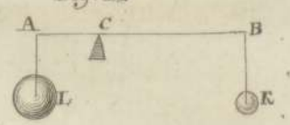


Fig. 13.

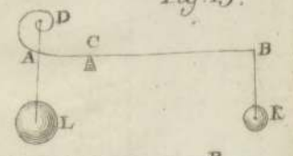
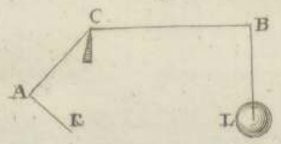


Fig. 14.



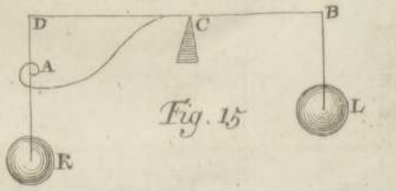


Fig. 15

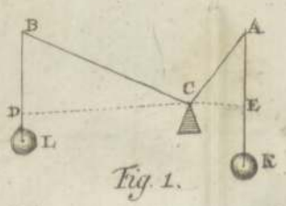


Fig. 1.

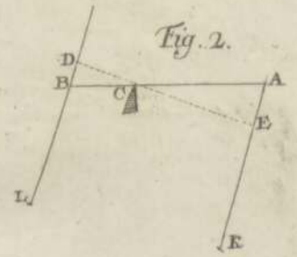


Fig. 2.

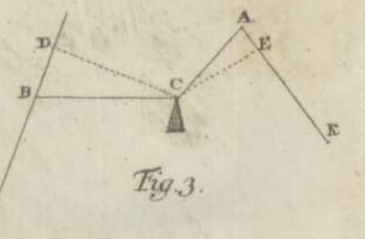
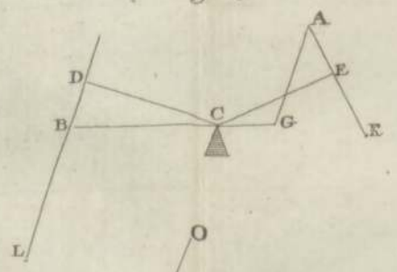


Fig. 3.

Fig. 4.



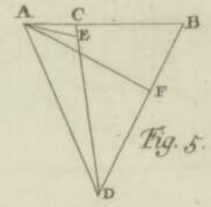
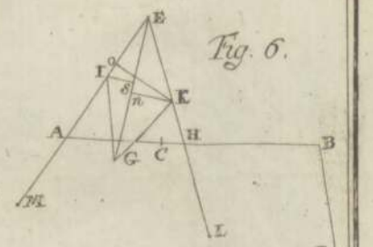


Fig. 5.

Fig. 6.



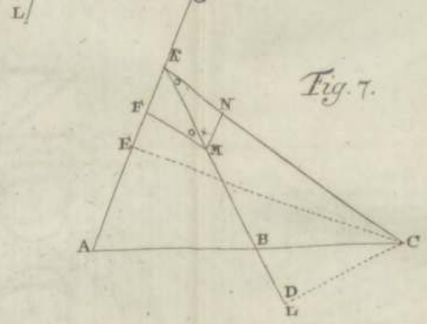


Fig. 7.

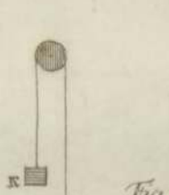


Fig. 10

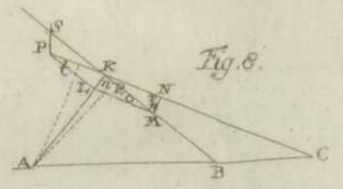


Fig. 8.

Fig. 11

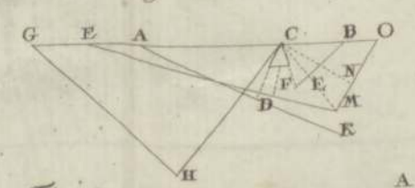


Fig. 9

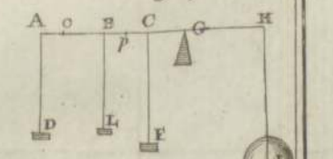
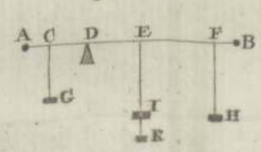


Fig. 12



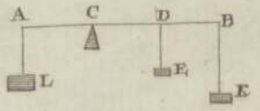


Fig. 13

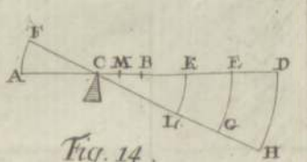
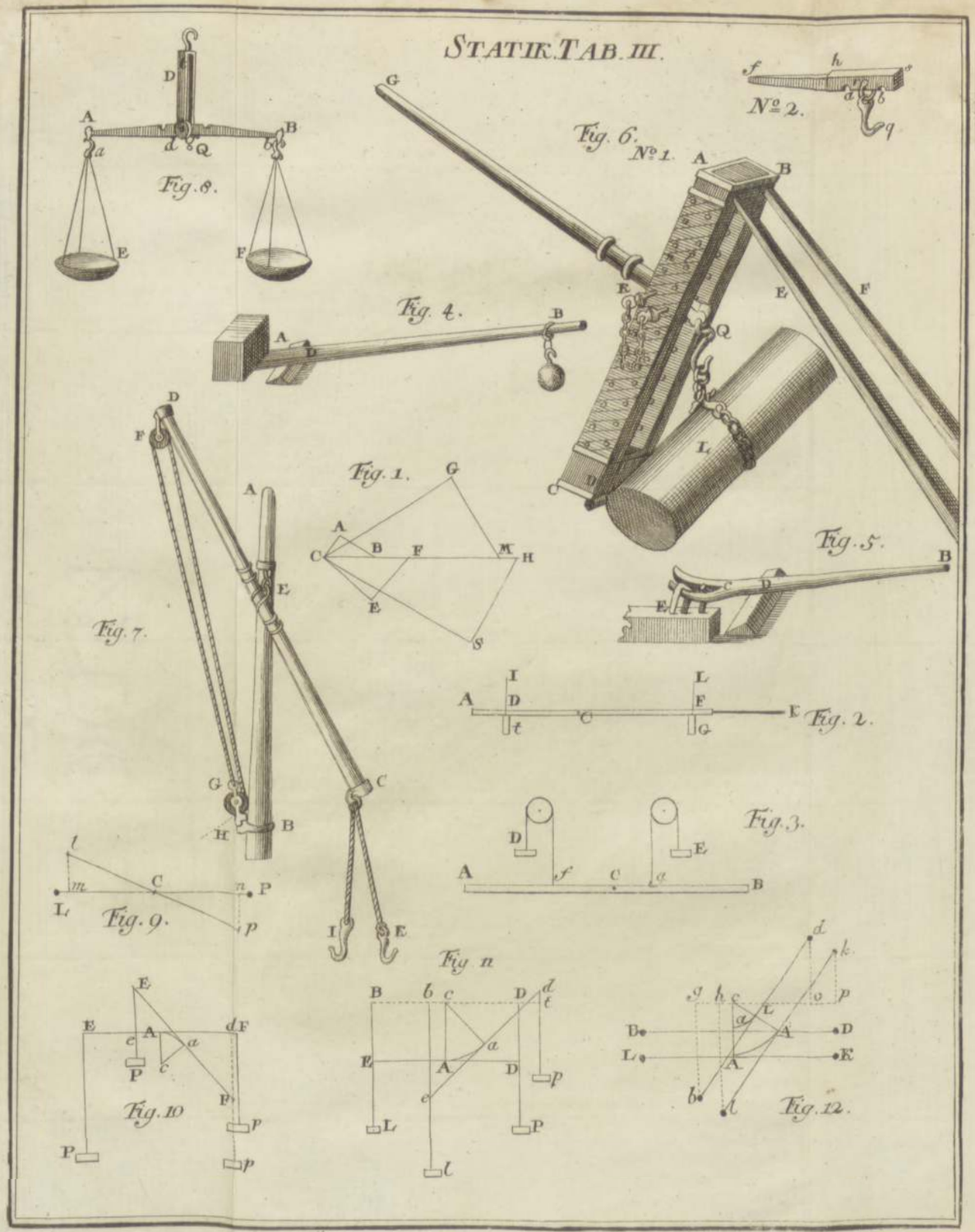


Fig. 14.


STATIK. TAB. III.
Fig. 8.
Fig. 6. N°1.
N°2.
Fig. 4.
Fig. 1.
Fig. 5.
Fig. 7.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 9.
Fig. 11
Fig. 10
Fig. 12.

STATIK. TAB. IV.

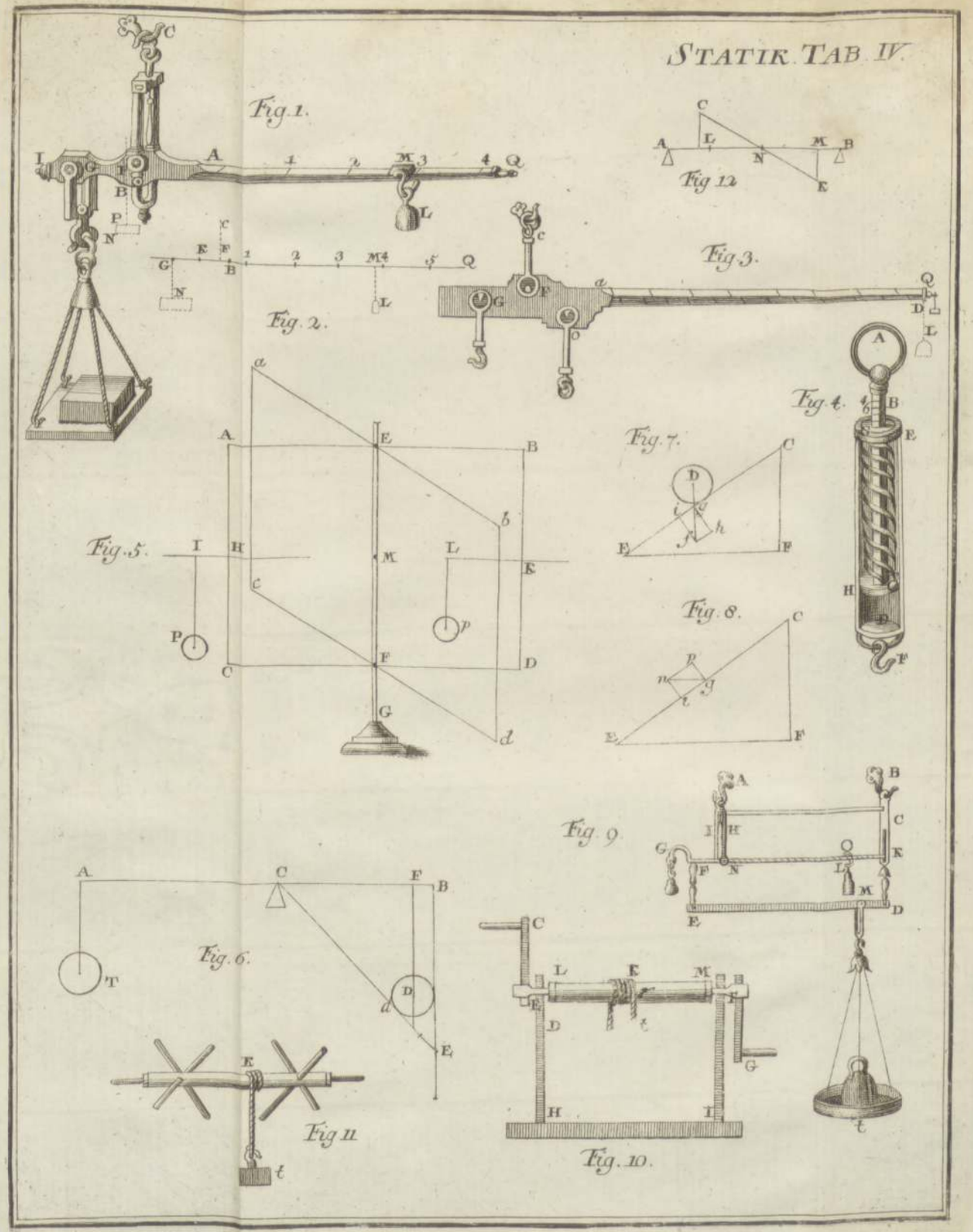


Fig. 1.

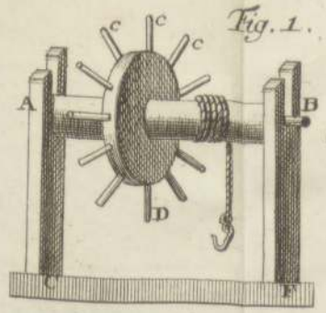


Fig. 2.

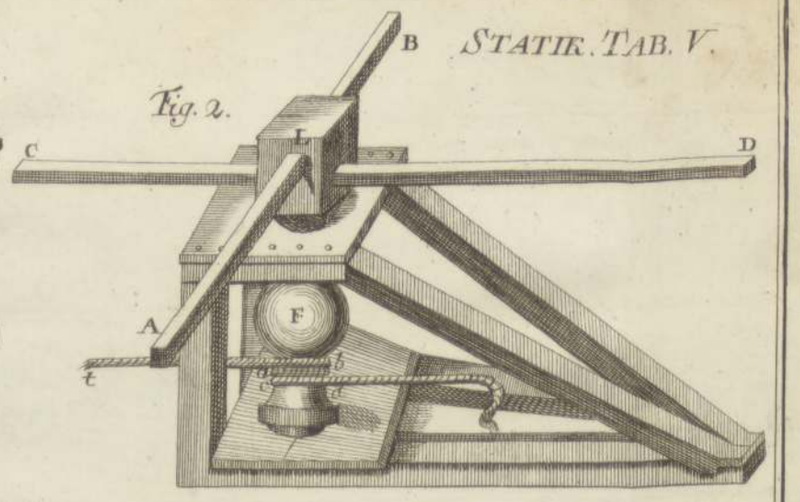


Fig. 3.

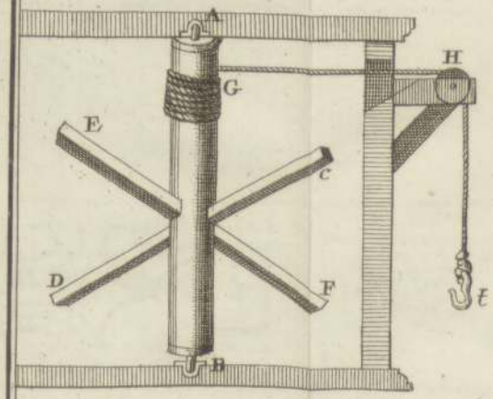


Fig. 4.

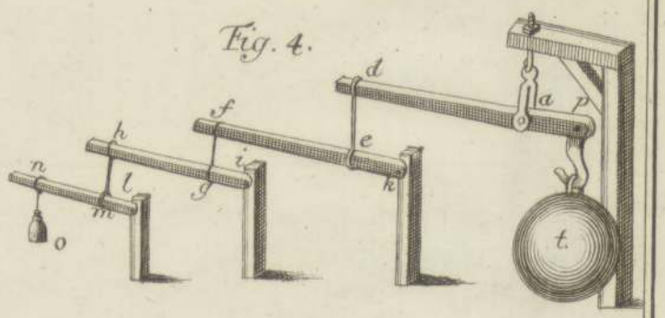


Fig. 5.

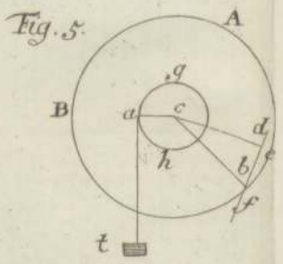


Fig. 6

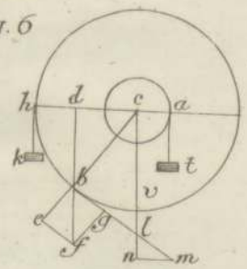
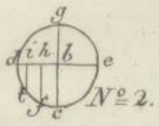


Fig. 7.



№ 1.



№ 2.

Fig. 8.

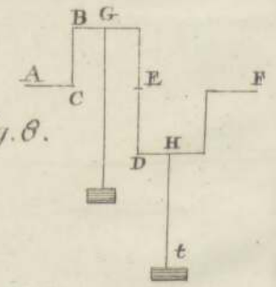


Fig. 9.

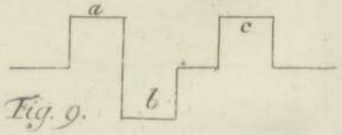


Fig. 2.

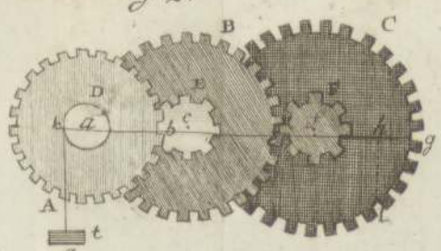
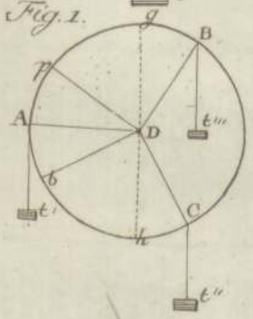


Fig. 1.



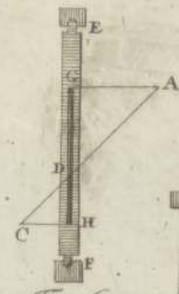


Fig. 6.

Fig. 7.

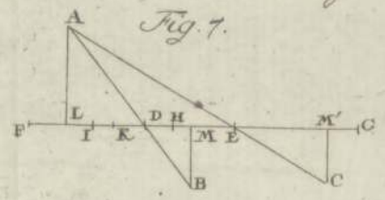


Fig. 3.

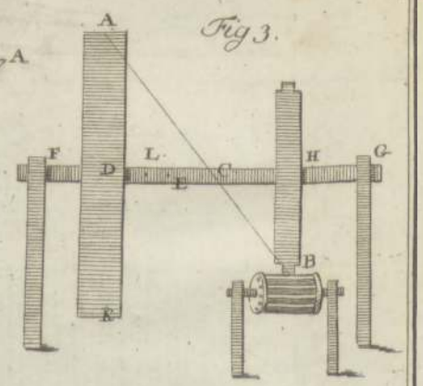
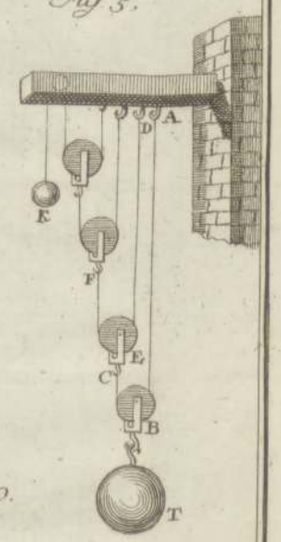


Fig. 5.



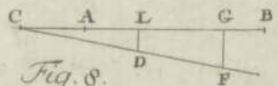
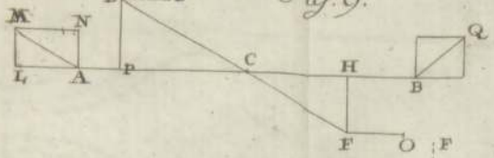


Fig. 8.

Fig. 9.



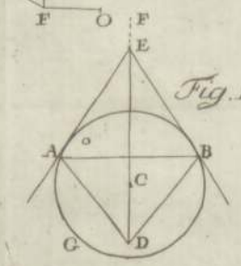


Fig. 12.

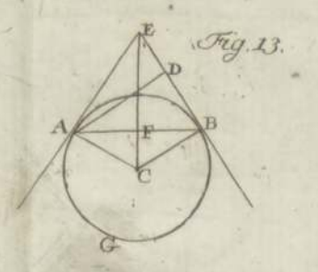


Fig. 13.

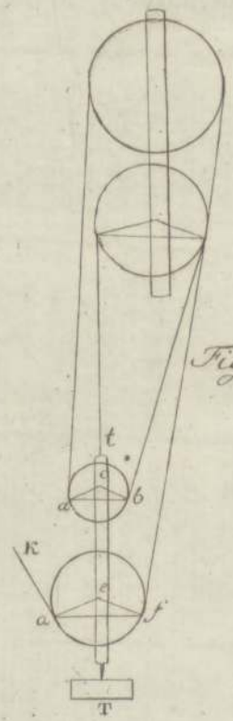


Fig. 10.

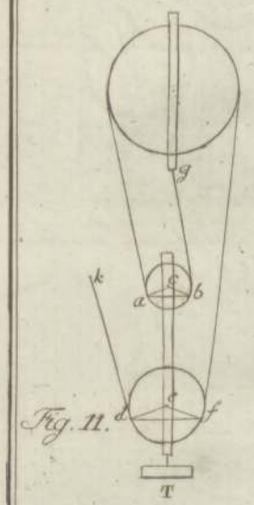


Fig. 11.



Fig. 4.

STATIK. TAB. VII.

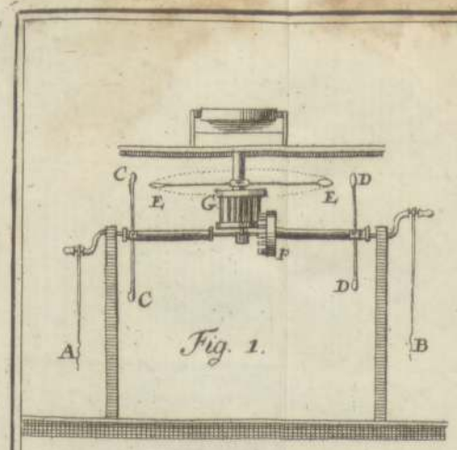


Fig. 1.

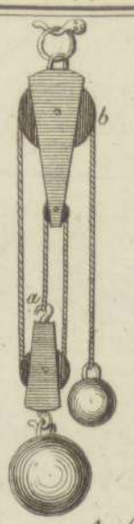


Fig. 3

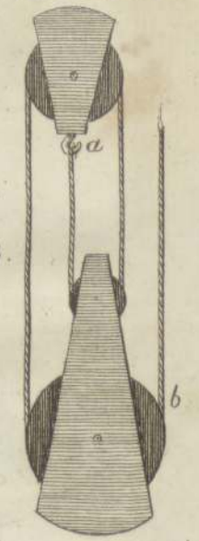


Fig. 4.

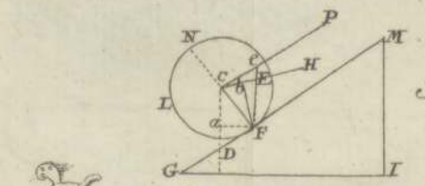


Fig. 9.

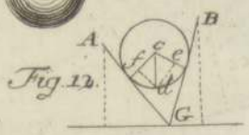


Fig. 12.

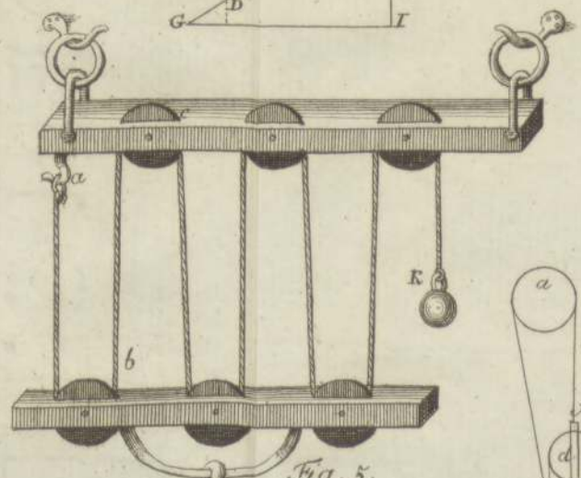


Fig. 5.

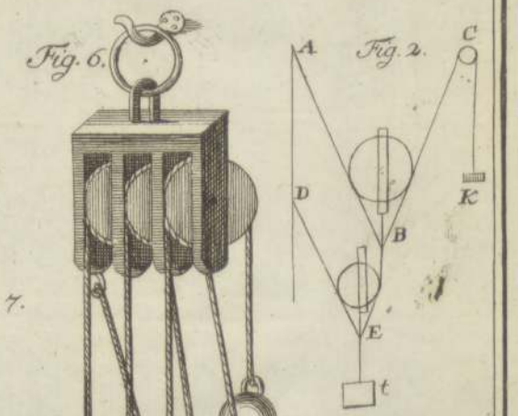


Fig. 2.

Fig. 6.

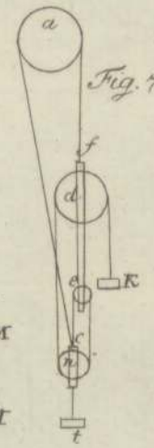


Fig. 7.

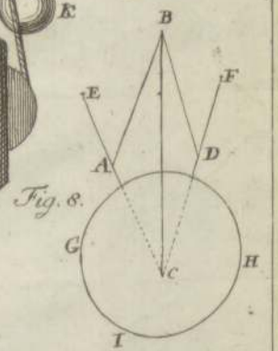


Fig. 8.

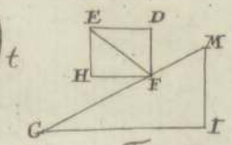


Fig. 10

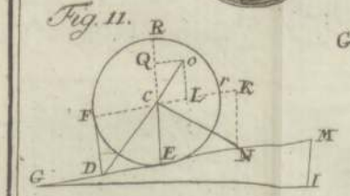


Fig. 11.

Fig. 1.

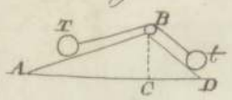


Fig. 3.

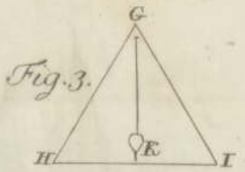


Fig. 2.

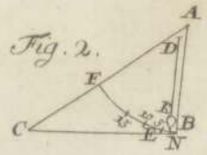


Fig. 4.

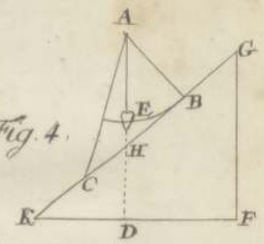


Fig. 5.

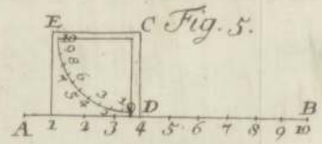


Fig. 6.

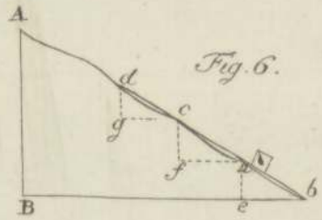


Fig. 7.

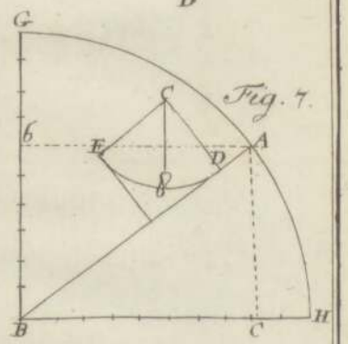


Fig. 8.

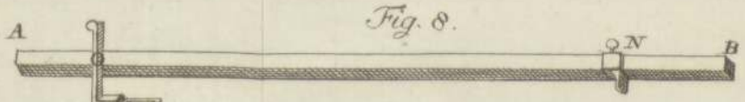


Fig. 10

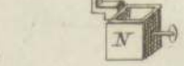


Fig. 9.

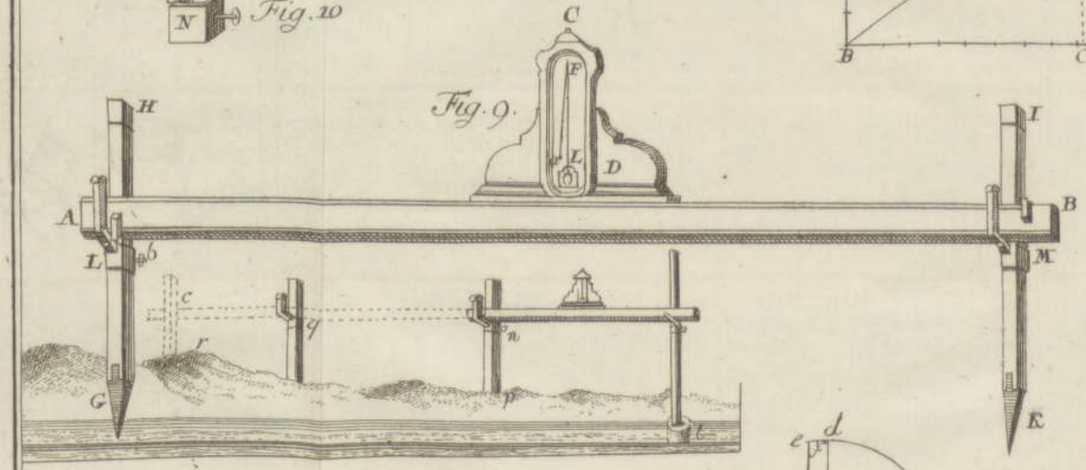


Fig. 12.

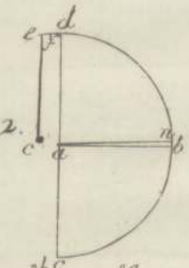


Fig. 11.

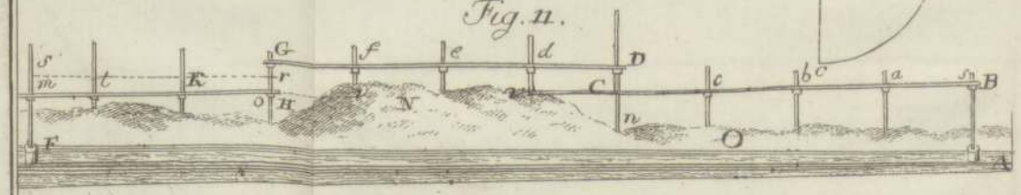


Fig. 1.

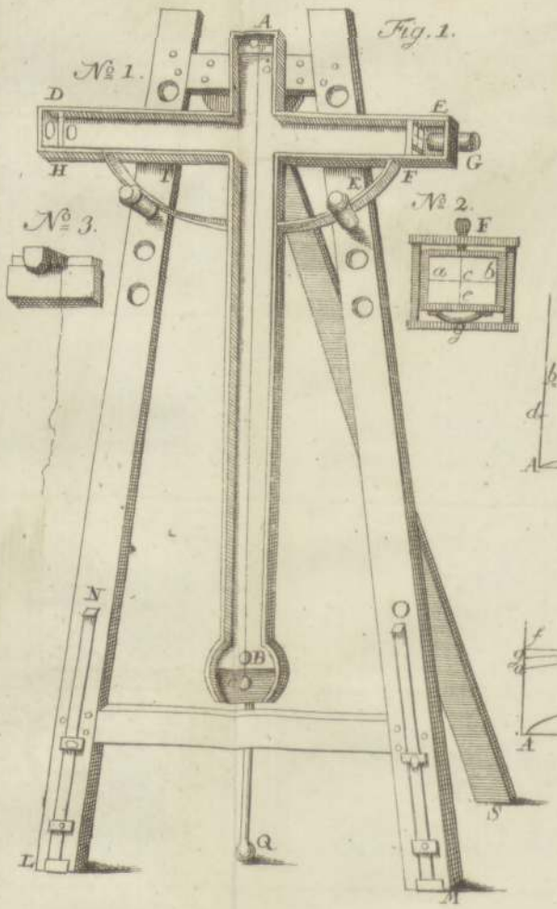




Fig. 2.

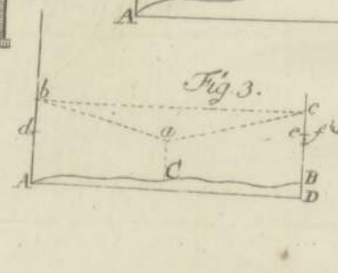


Fig. 3.

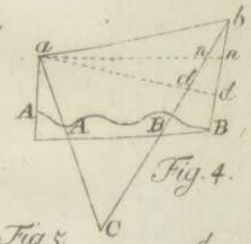


Fig. 4.

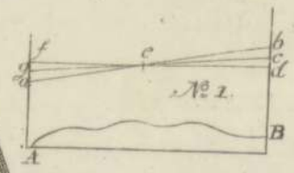
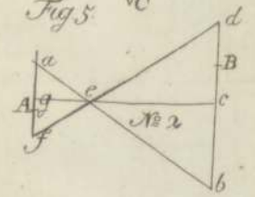


Fig. 5.



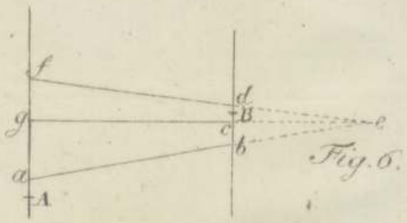


Fig. 6.

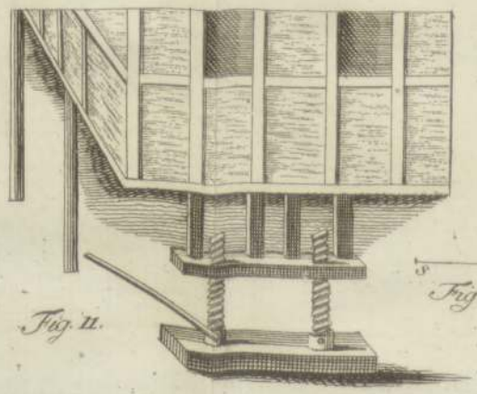


Fig. 11.

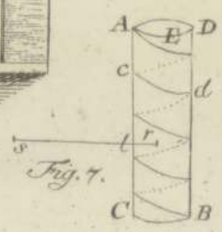


Fig. 7.
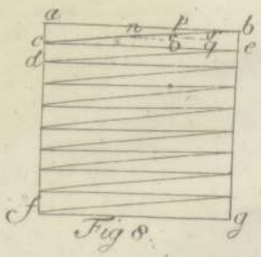


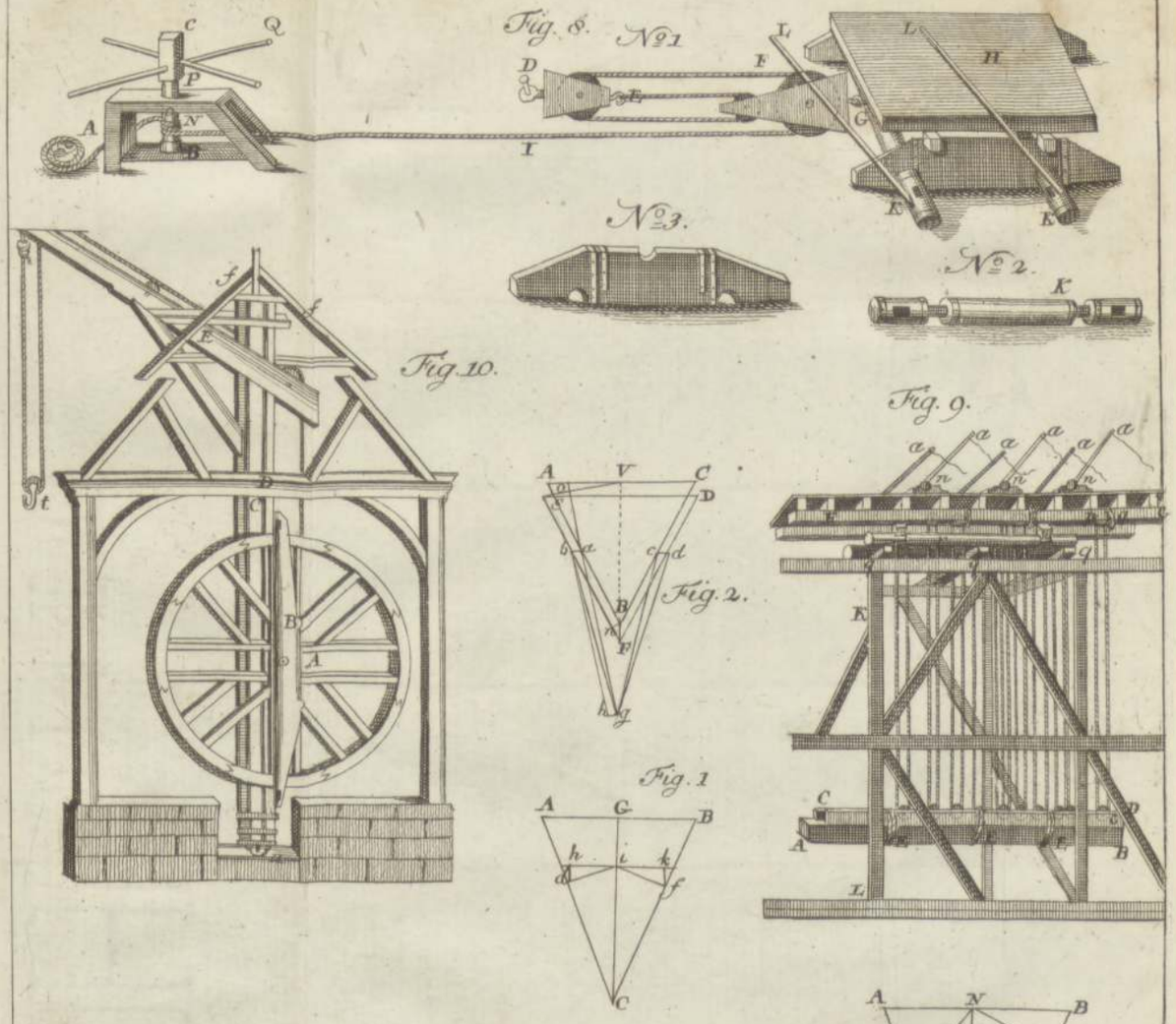
Fig. 8.



Fig. 9.



Fig. 10.


Fig. 8. №1
№3.
№2.
Fig. 10.
Fig. 9.
Fig. 2.
Fig. 1
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 3
Fig. 4.
Fig. 7.

STATIK. TAB XI

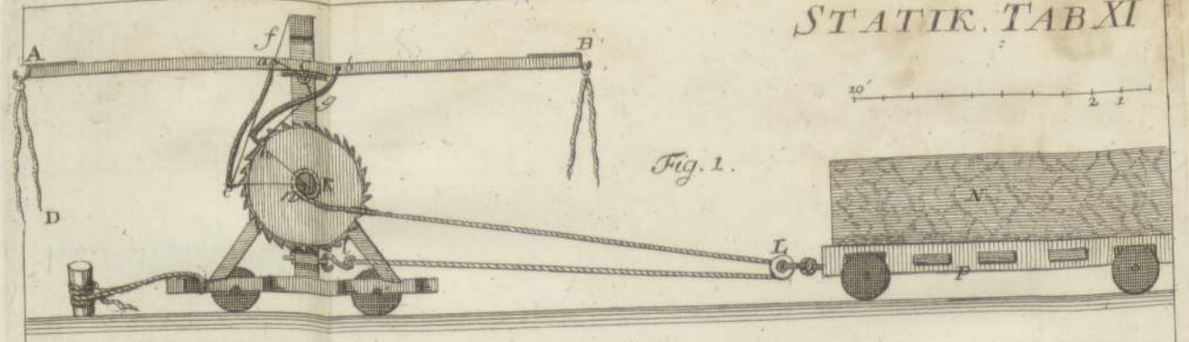
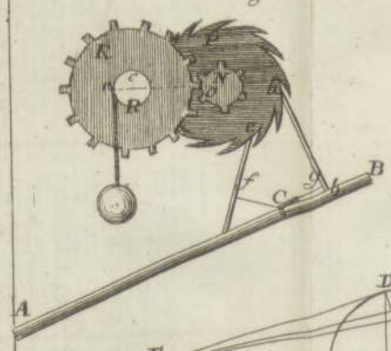


Fig. 1.

Fig. 2.



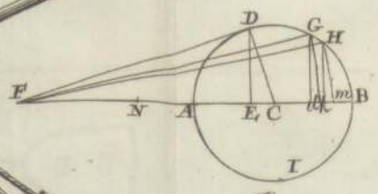


Fig. 5

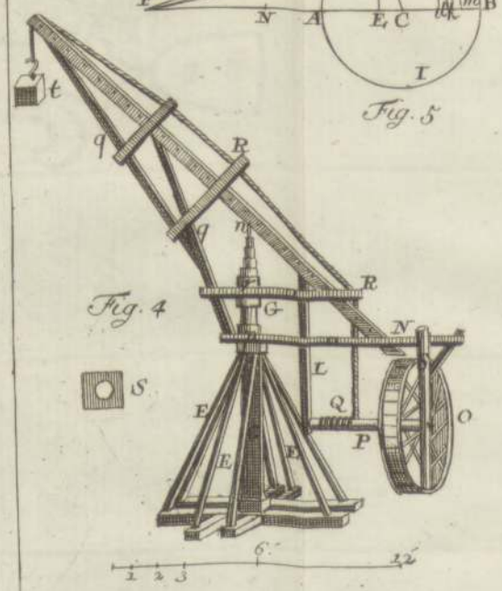
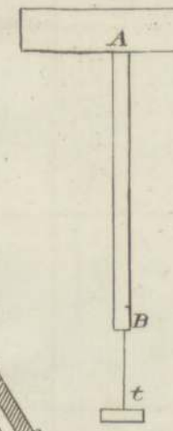


Fig. 4

Fig. 7.



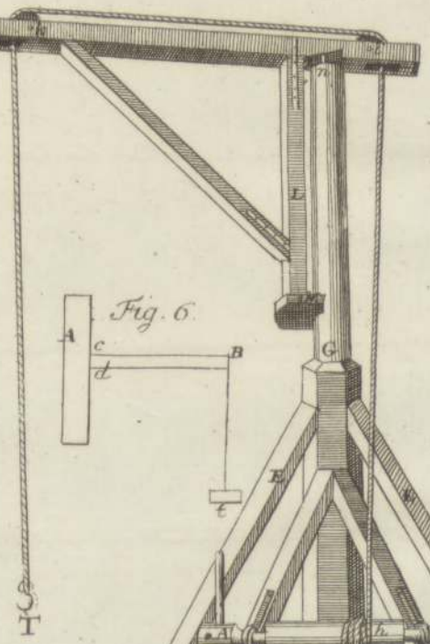


Fig. 6.

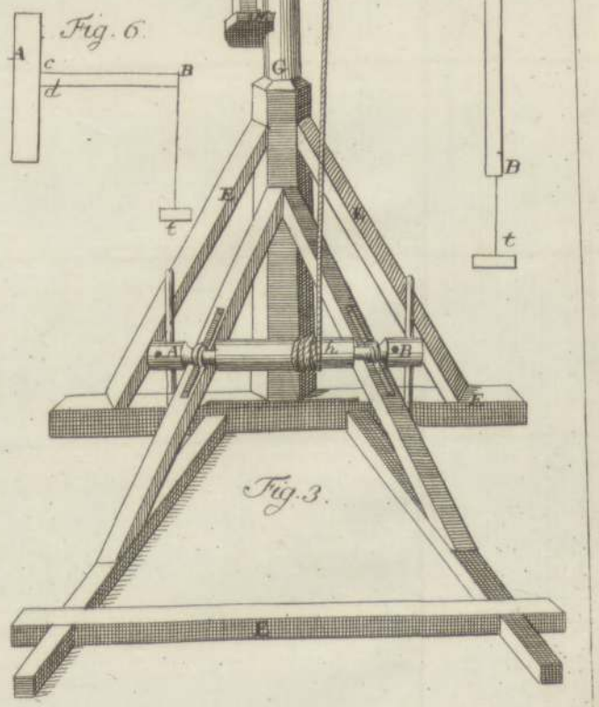


Fig. 3.

STATIK TAB. XII.

Fig. 6.

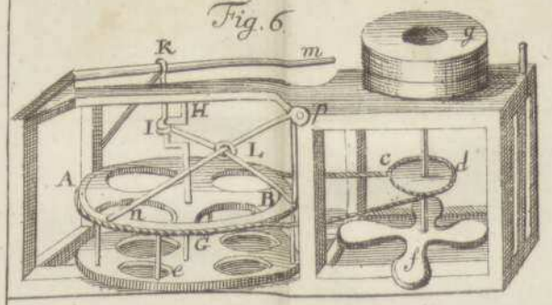


Fig. 1

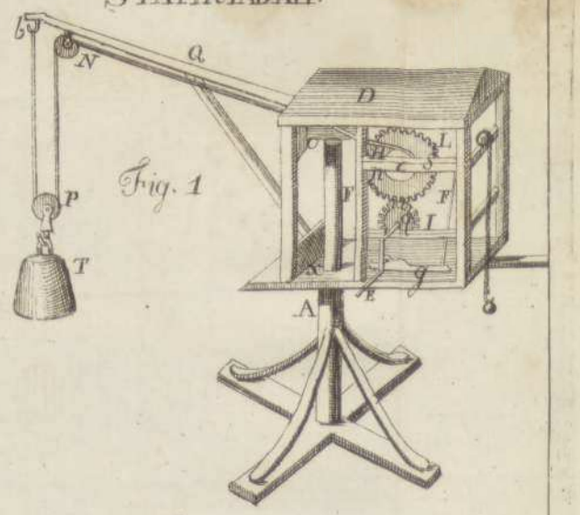


Fig. 2.

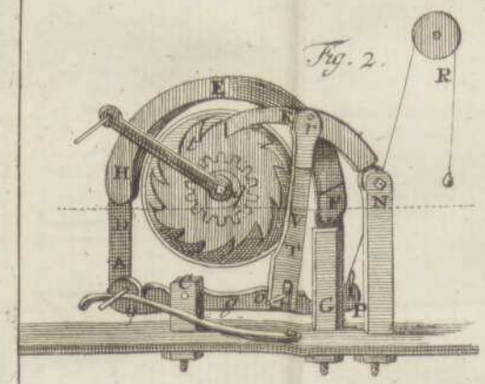


Fig. 3

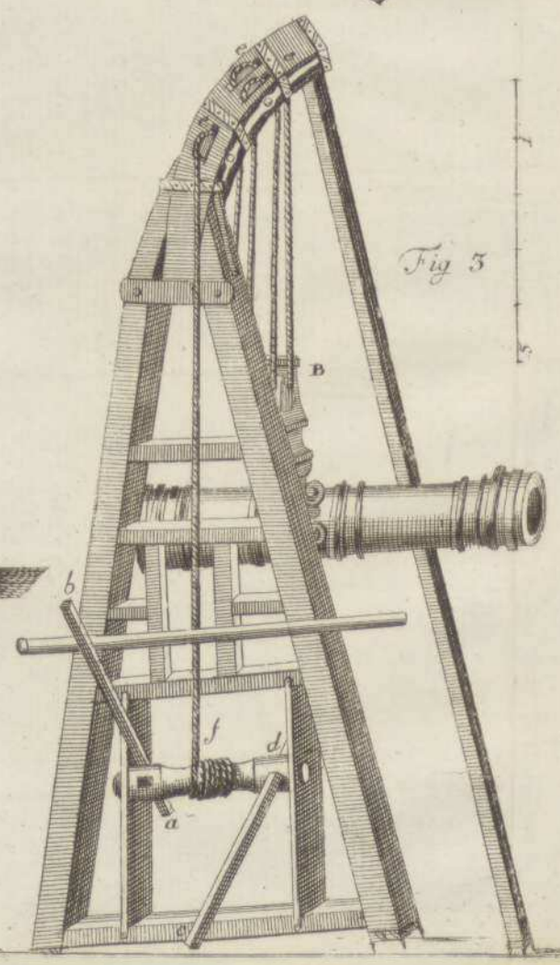


Fig. 4.

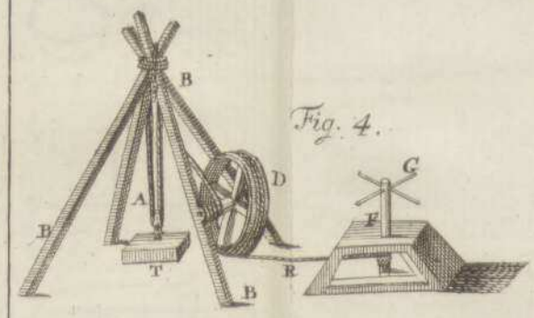


Fig. 5.

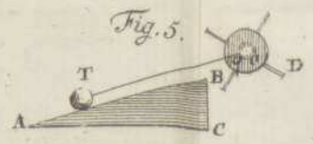


Fig. 1.

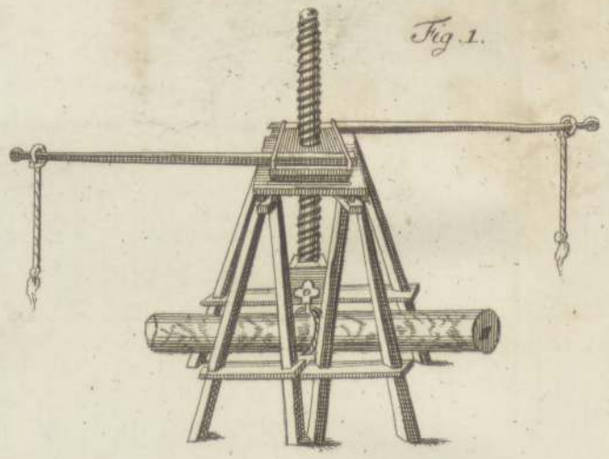


Fig. 2.

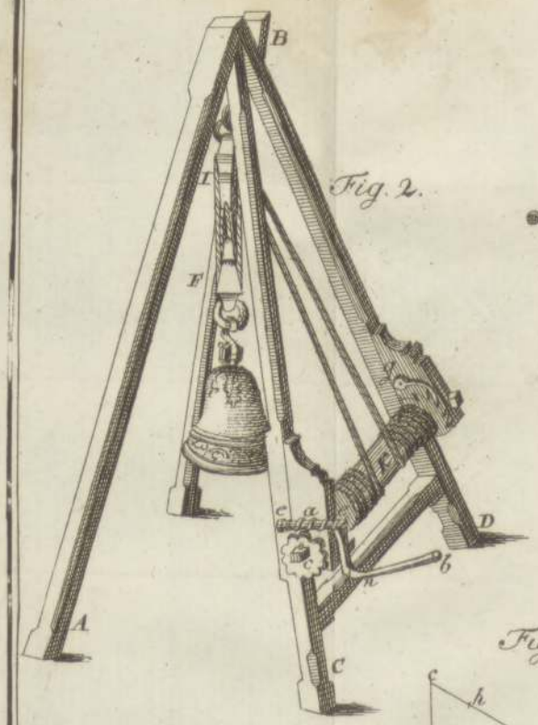


Fig. 6.

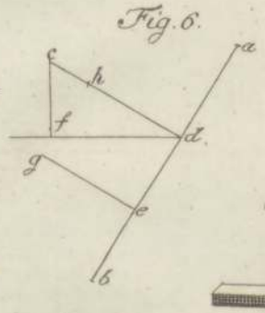


Fig. 5.

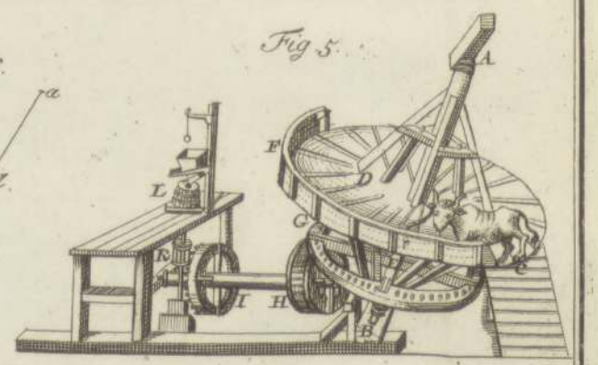


Fig. 4.

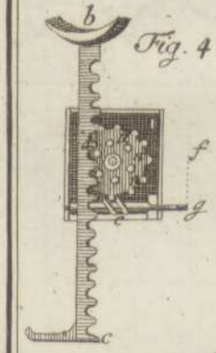


Fig. 3.

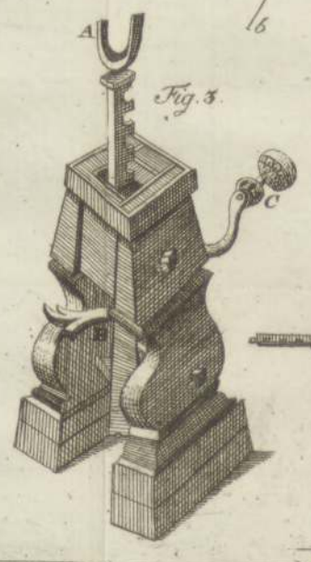


Fig. 7.

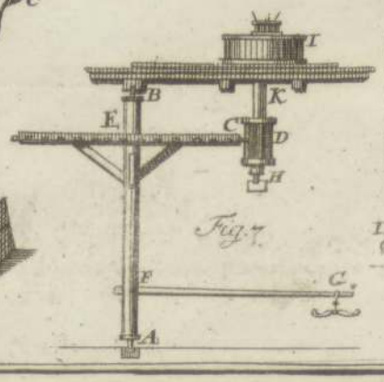
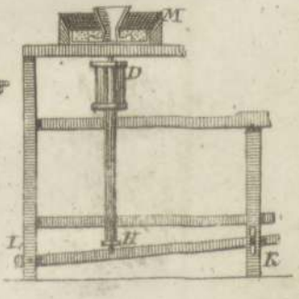


Fig. 8.



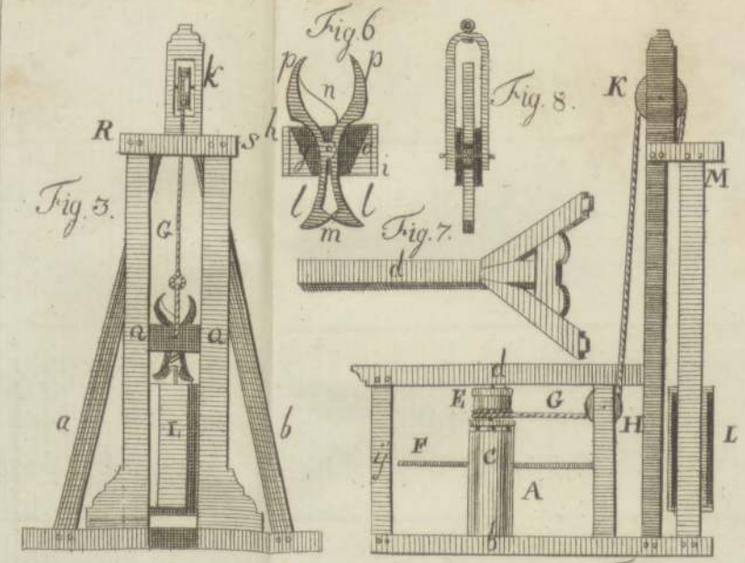

Fig. 3.
k
R
s
G
a
a
a
L
b

Fig. 4.
K
M
d
E
G
H
L
F
C
A
b

Fig. 6
p
p
n
h
i
l
l
m
Fig. 7.
d
Fig. 8.

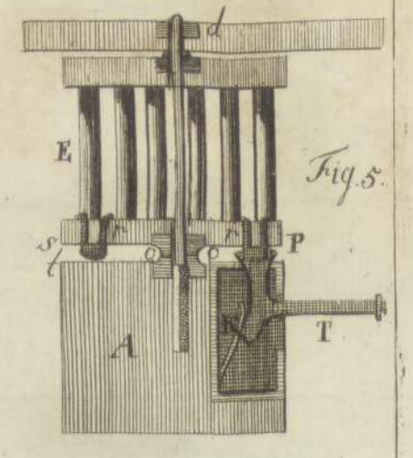
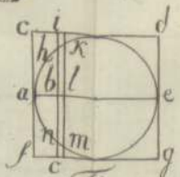
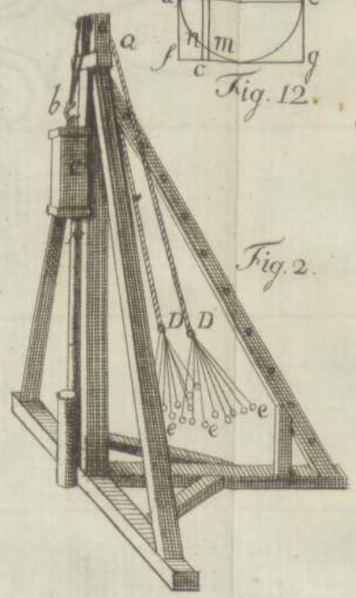
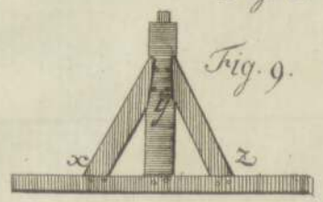
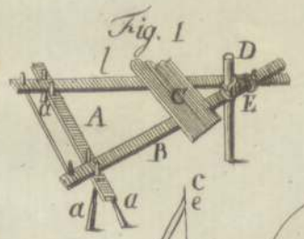

Fig. 5.
d
E
s
P
A
T

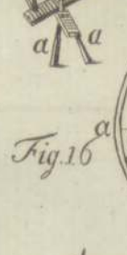

Fig. 11.
T

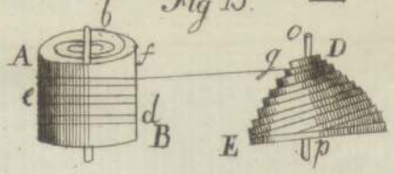

Fig. 12.
c
i
d
h
k
b
l
a
e
n
m
f
g
c

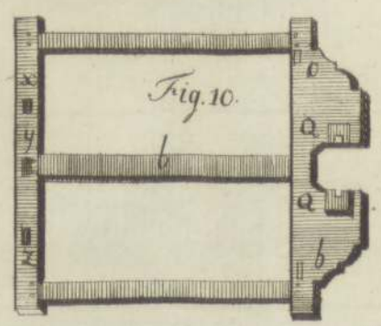

Fig. 2.
a
b
D
D
e
e

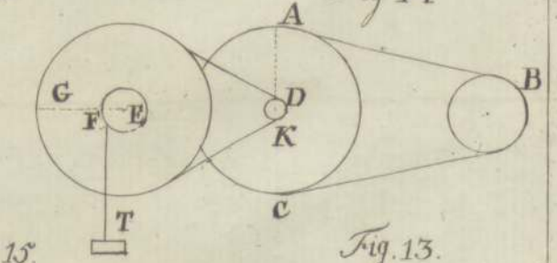

Fig. 9.
x
z


Fig. 1
l
D
C
E
A
B
a
a


Fig. 16
c
e
a
g
b
d
f


Fig. 15.
b
A
f
e
d
B
o
g
D
E
p


Fig. 10.
l
b


Fig 14
A
B
G
F
E
D
K
C
T

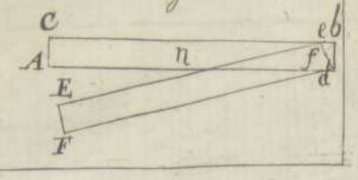

Fig. 13.
C
e
b
A
n
f
d
E
F

Fig 2

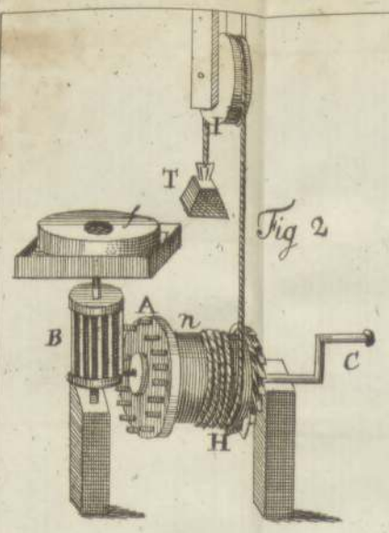


Fig 5

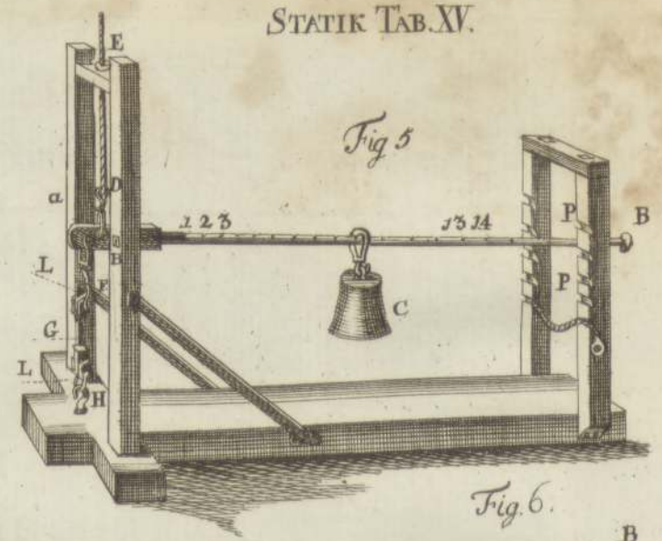


Fig. 6.

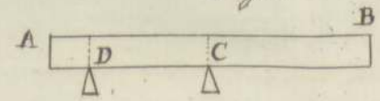


Fig 3



Fig 1

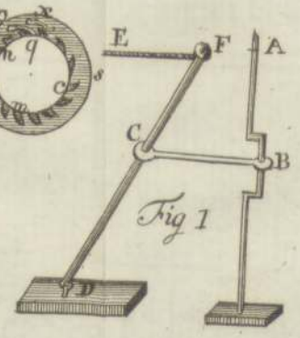


Fig. 4

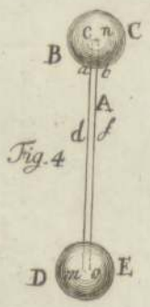


Fig 7

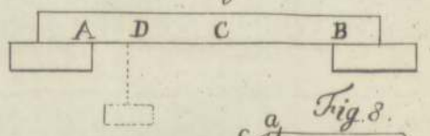


Fig. 8.

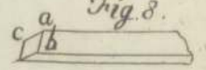


Fig. 9.

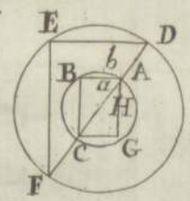


Fig 10



Fig 12

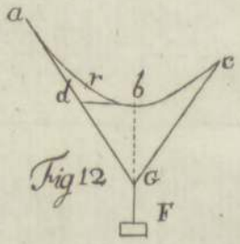


Fig 13

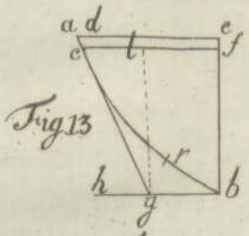


Fig 11

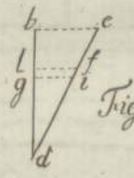


Fig 14

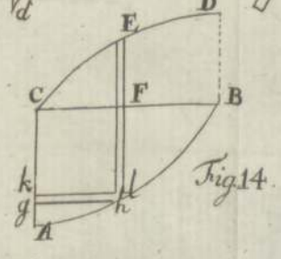


Fig 15

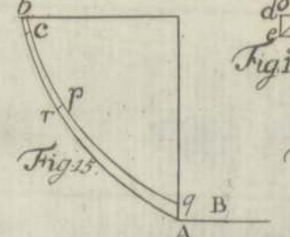


Fig 16

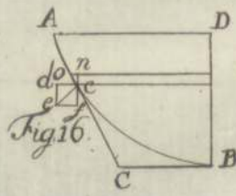


Fig 18

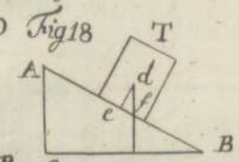


Fig 17

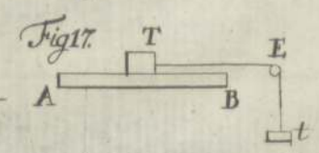


Fig. 1.

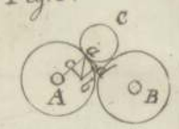


Fig. 2.

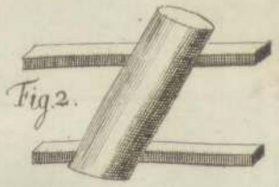


Fig. 3.

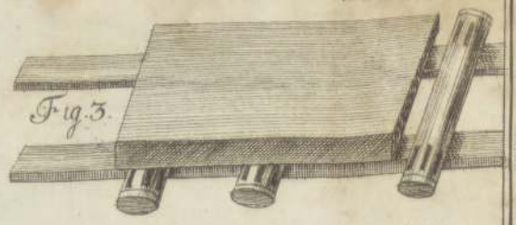


Fig. 4.

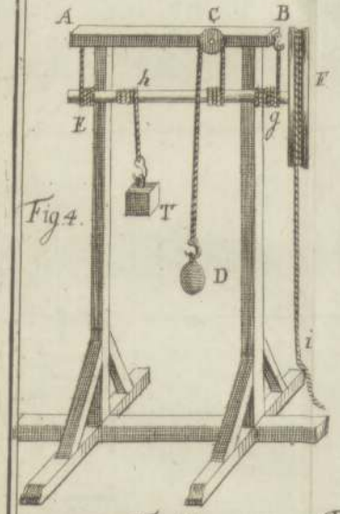


Fig. 7.

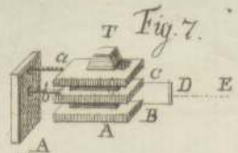


Fig. 13.

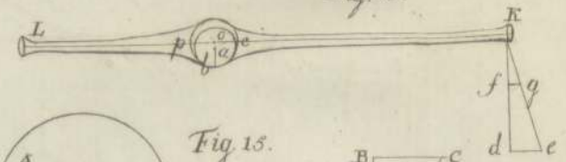


Fig. 11.

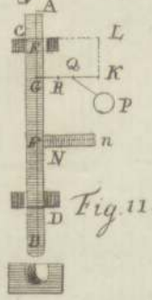


Fig. 15.

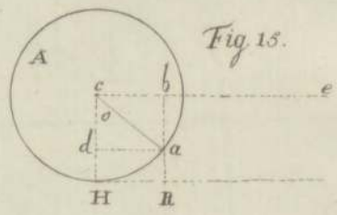


Fig. 16.

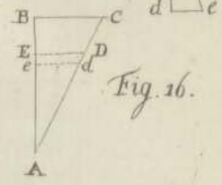


Fig. 12.

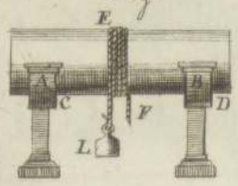


Fig. 5.

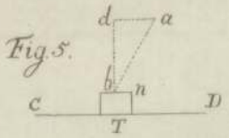


Fig. 17.

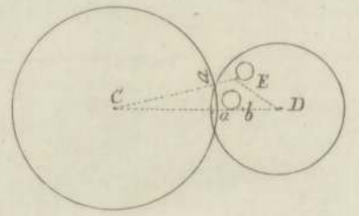


Fig. 6.

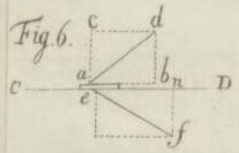


Fig. 18.

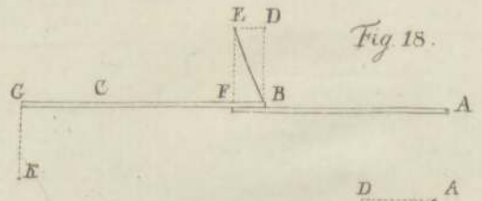


Fig. 20.

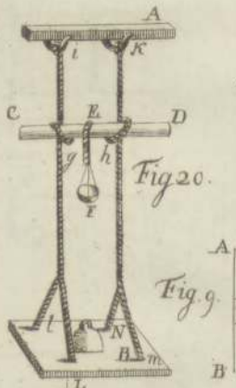


Fig. 20.

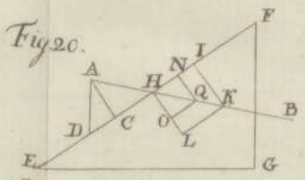


Fig. 21

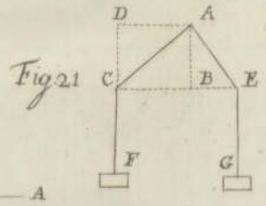


Fig. 9.

Fig. 10.

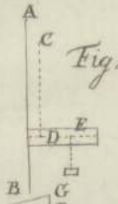


Fig. 19.

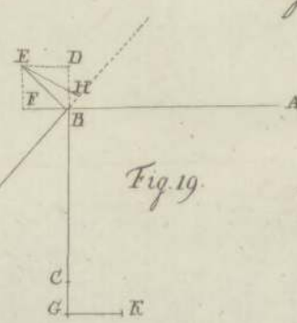


Fig. 14.

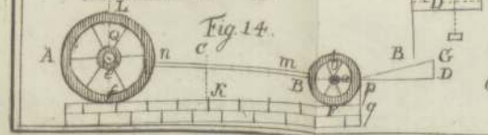
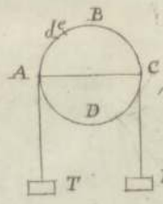


Fig. 22.



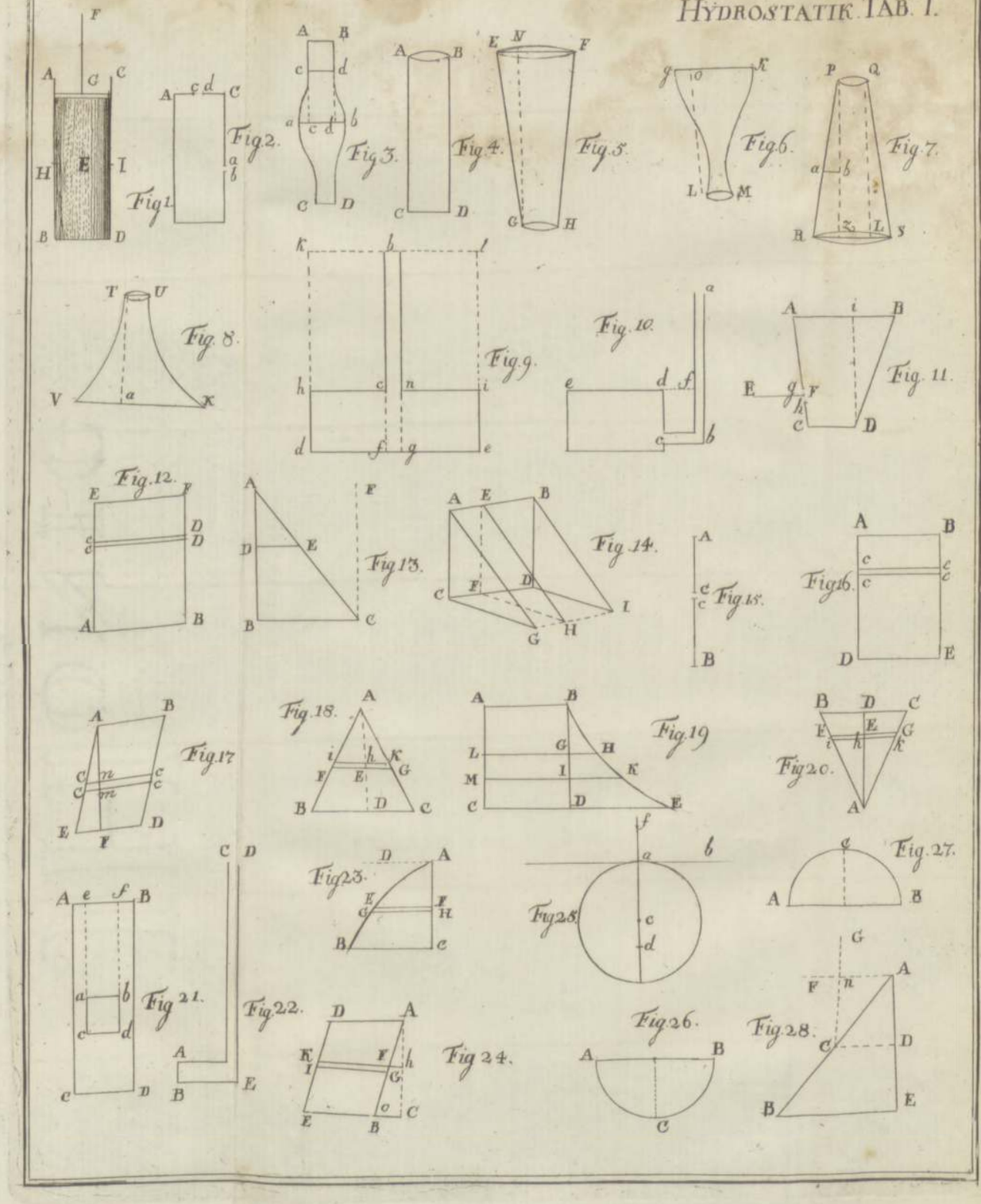

Fig. 1
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
Fig. 7.
Fig. 8.
Fig. 9.
Fig. 10.
Fig. 11.
Fig. 12.
Fig. 13.
Fig. 14.
Fig. 15.
Fig. 16.
Fig. 17.
Fig. 18.
Fig. 19.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 24.
Fig. 26.
Fig. 27.
Fig. 28.

Fig. 1.

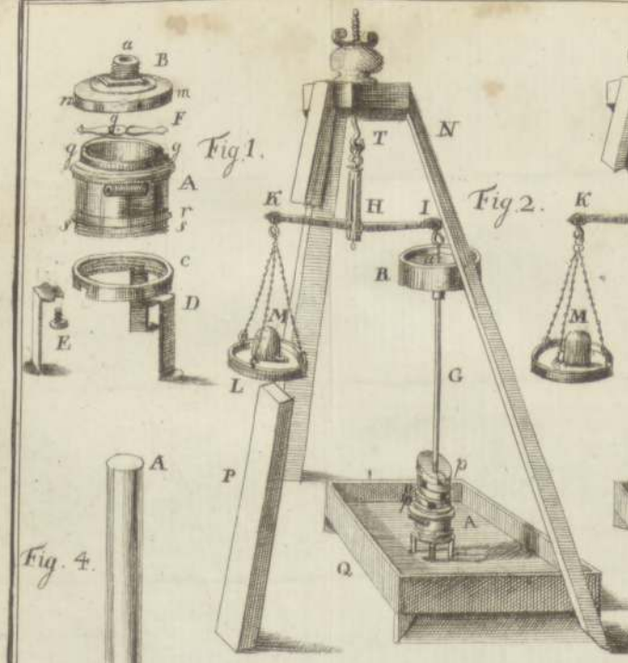


Fig. 2.

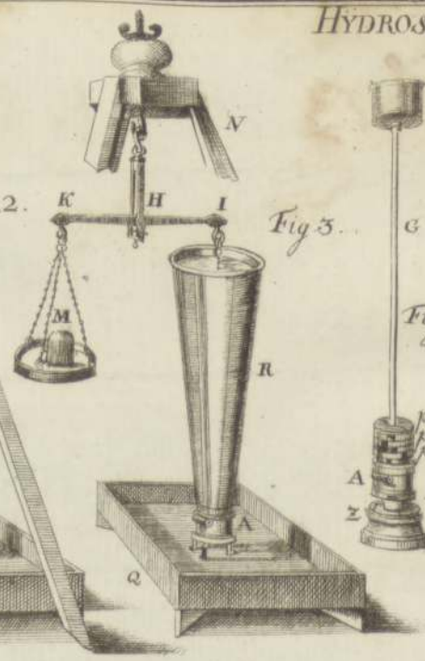


Fig. 3.

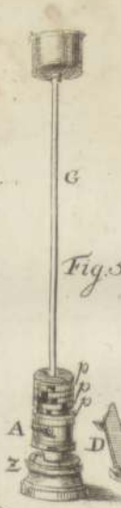


Fig. 5.

Fig. 7.

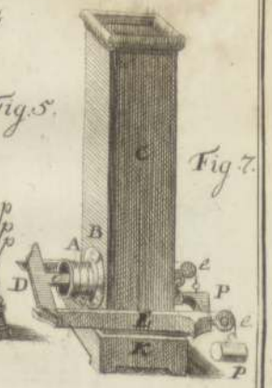


Fig. 4.



Fig. 6.



Fig. 8.



Fig. 14.

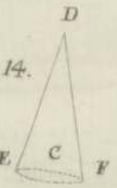


Fig. 15.

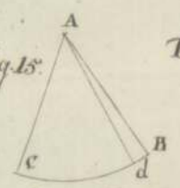


Fig. 9.

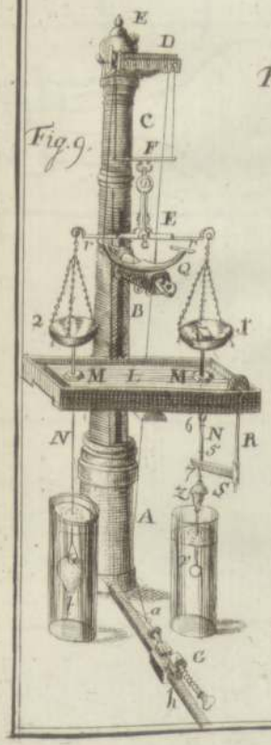


Fig. 12.



Fig. 10.

Fig. 16.

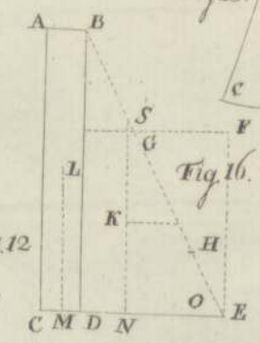


Fig. 17.

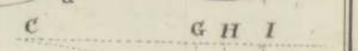


Fig. 11.

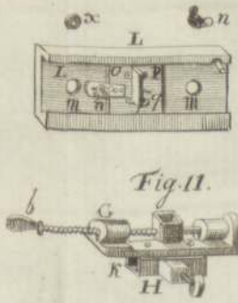


Fig. 18.

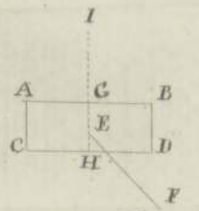
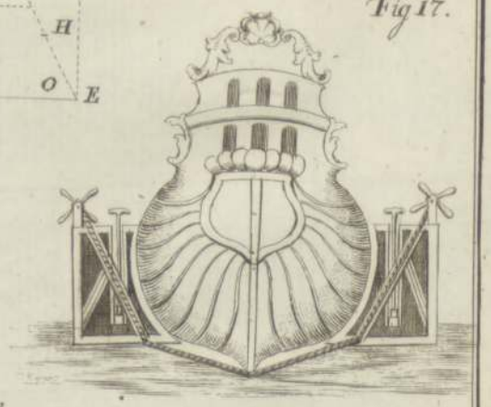


Fig. 13.



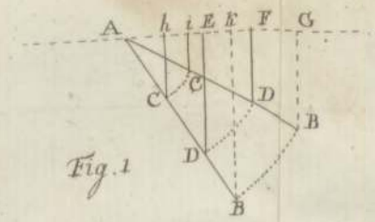


Fig. 1

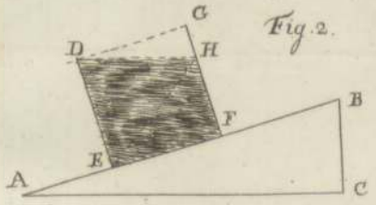


Fig. 2.



Fig. 3.

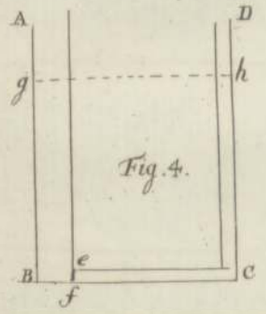


Fig. 4.

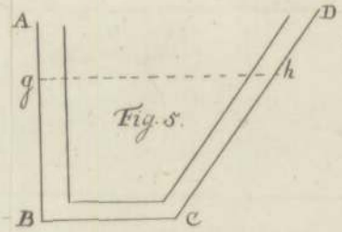


Fig. 5.

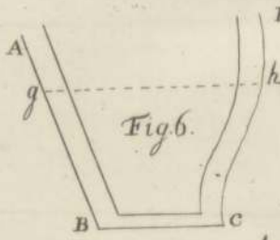


Fig. 6.



Fig. 7.

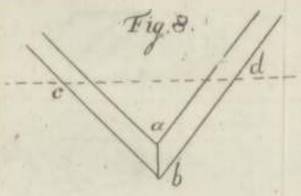


Fig. 8.

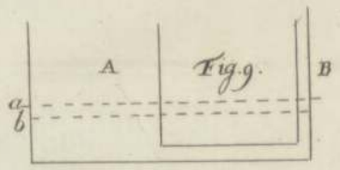


Fig. 9.

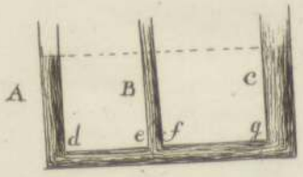


Fig. 10.

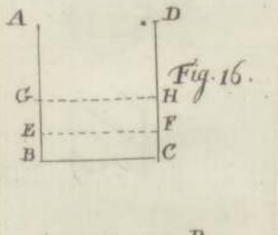


Fig. 16.

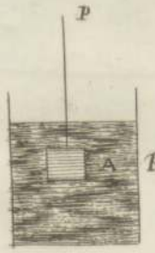


Fig. 14.



Fig. 12.

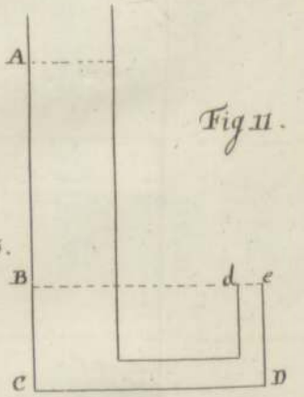


Fig. 11.

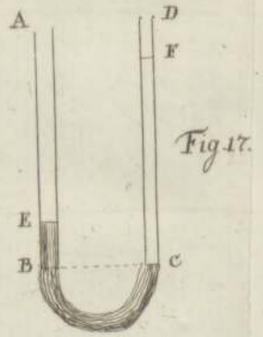


Fig. 17.



Fig. 15.



Fig. 13.

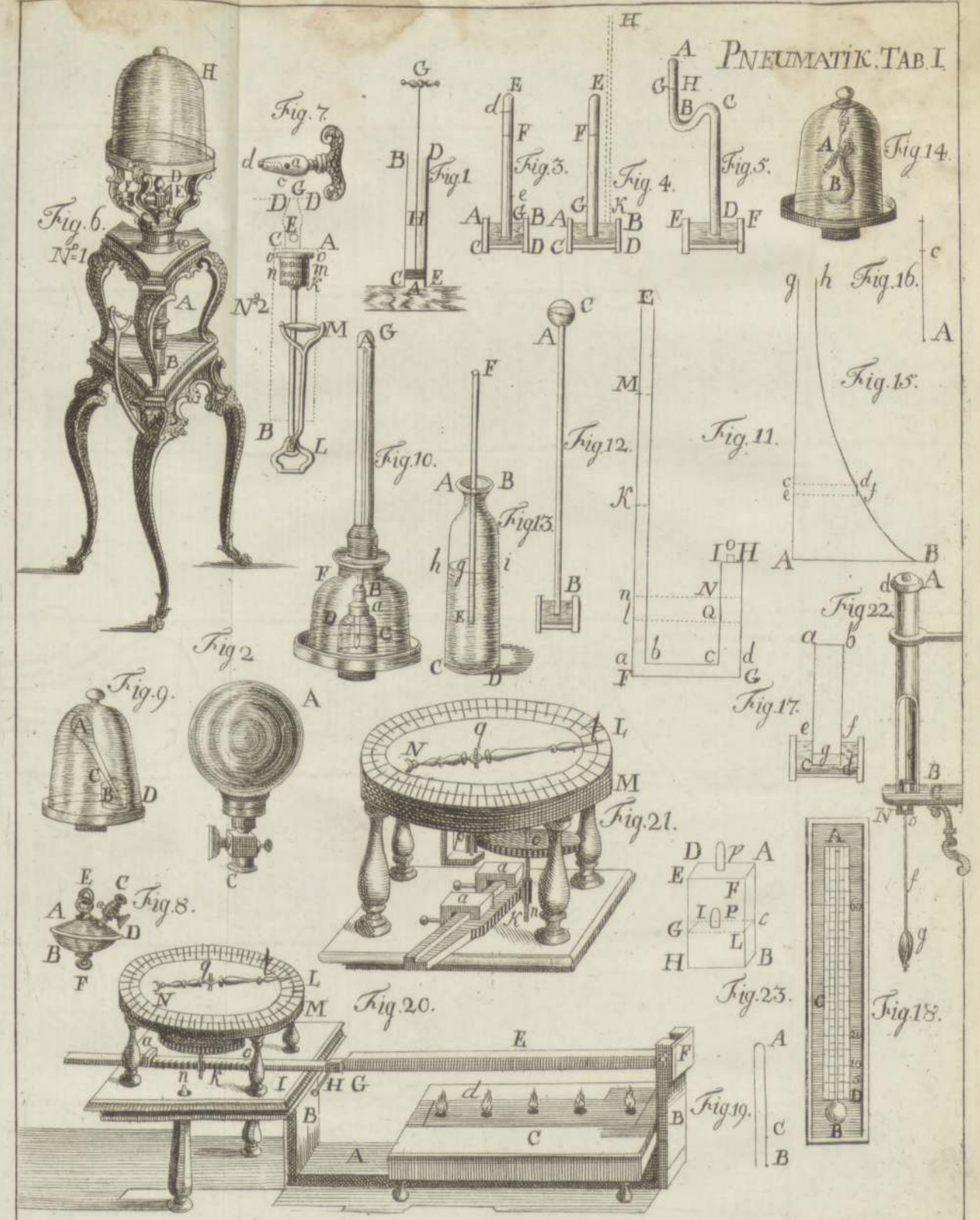

PNEUMATIK. TAB. I.
Fig. 6.
N°1
N°2
Fig. 7
Fig. 1
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 14.
Fig. 16.
Fig. 15.
Fig. 11.
Fig. 10.
Fig. 12.
Fig. 13
Fig. 2
Fig. 9.
Fig. 8.
Fig. 20.
Fig. 21.
Fig. 17.
Fig. 22.
Fig. 23.
Fig. 18.
Fig. 19.

Fig. 2.

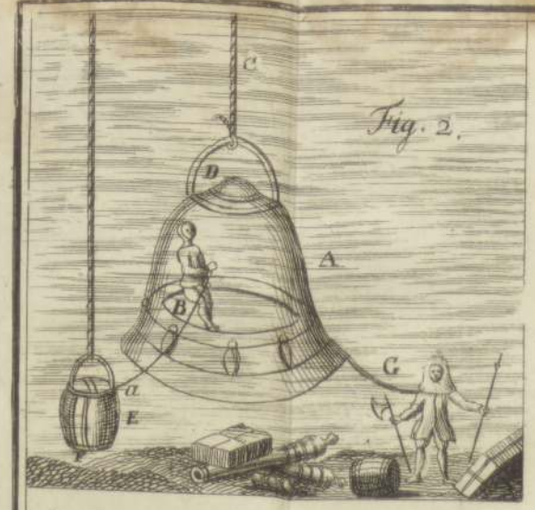




Fig. 1.

Fig. 12.

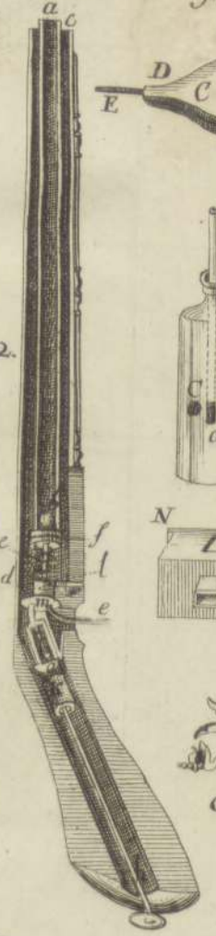


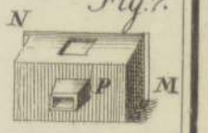
Fig. 4.





Fig. 3.

Fig. 7.





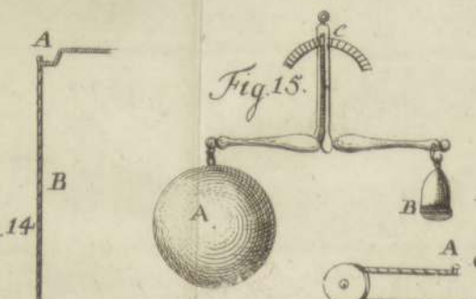


Fig. 5.

Fig. 13.

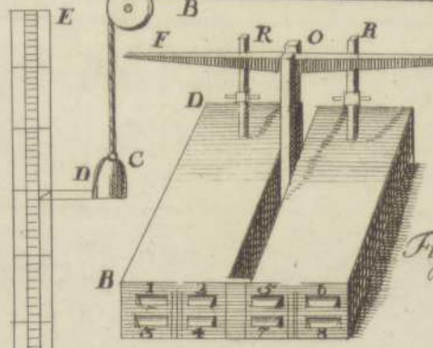


Fig. 6.

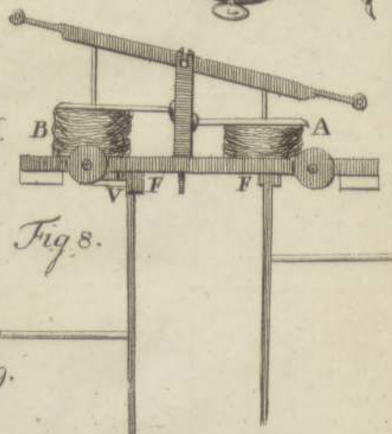


Fig. 8.

Fig. 14.



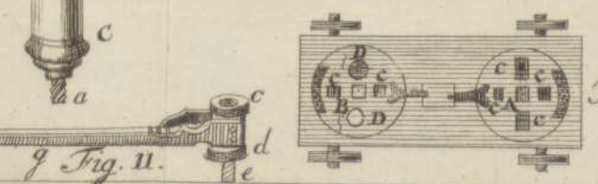


Fig. 9.

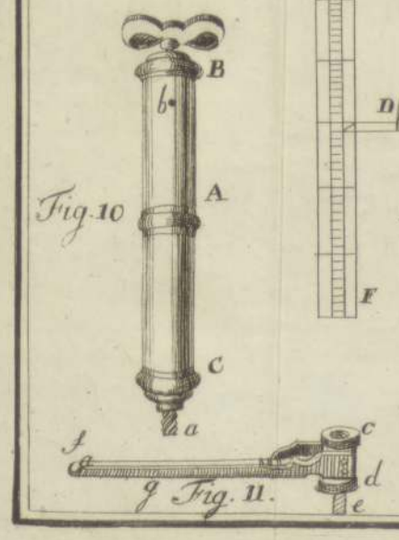


Fig. 10.

Fig. 11.



Fig. 1.

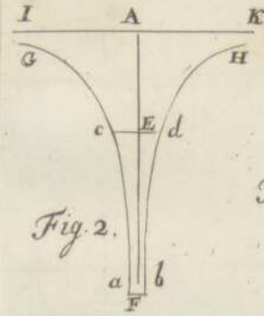


Fig. 2.

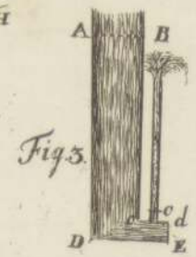


Fig. 3.

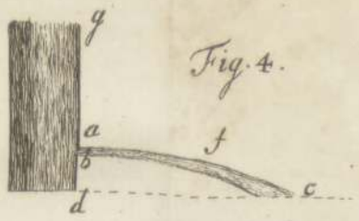


Fig. 4.



Fig. 5.

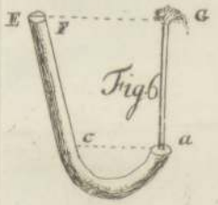


Fig. 6.



Fig. 7.



Fig. 8.



Fig. 9.

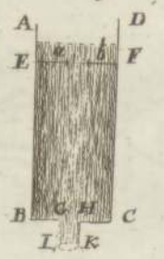


Fig. 10.

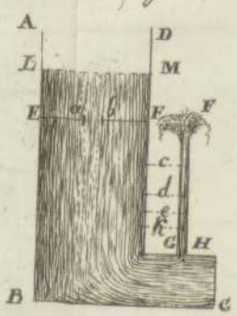


Fig. 11.



Fig. 12.

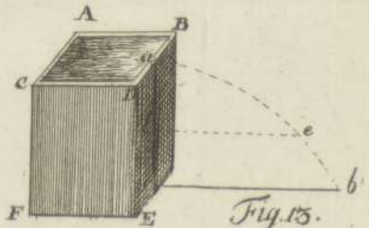


Fig. 13.

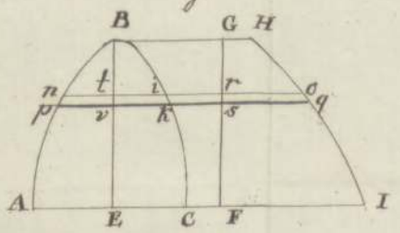


Fig. 14.

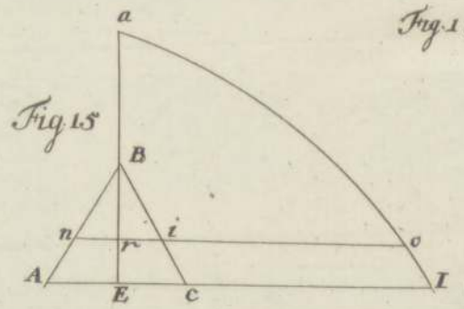


Fig. 15.

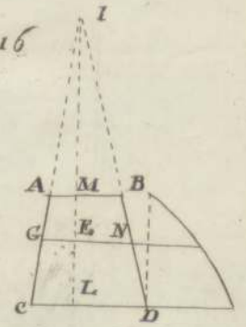
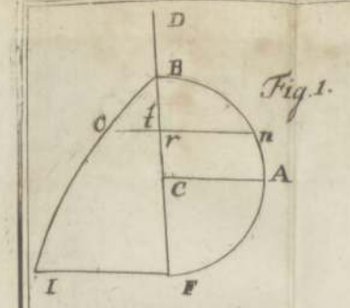
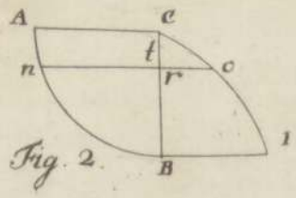
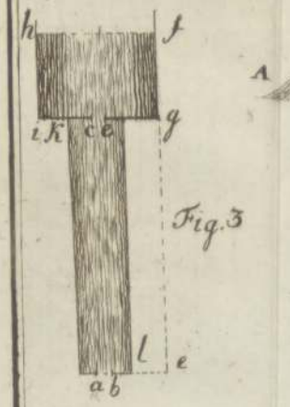


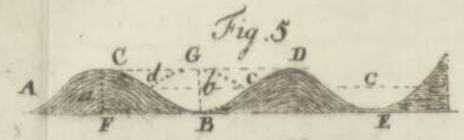
Fig. 16.

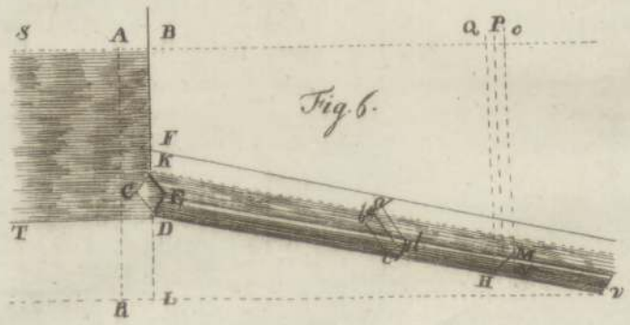

D
B
Fig. 1.
C
t
r
n
A
C
I
F


A
c
t
n
r
c
I
Fig. 2.
B


A
Fig. 4.
D
H
G
I
F
B
C


h
f
g
i K
c e
Fig. 3
l
e
a b


Fig. 5
C
G
D
A
d
b
c
c
F
B
E


S
A
B
Q
P
o
Fig. 6.
F
K
C
E
T
D
M
H
L
v

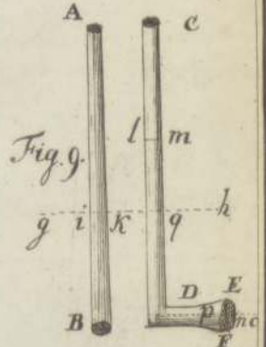

A
C
Fig. 9.
l
m
g
i
K
q
h
D
E
B
F


Fig. 7
A
E
B
F
C


Fig. 8.
C

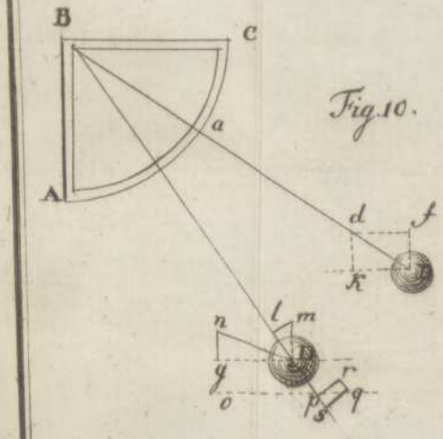
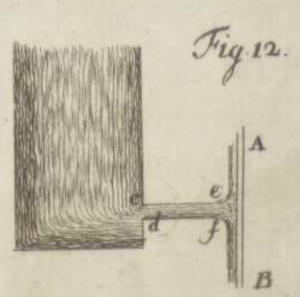
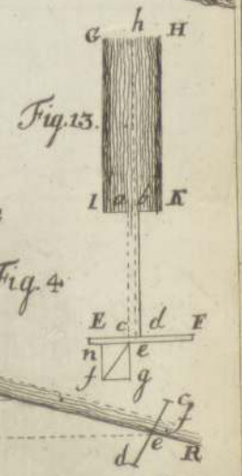

B
C
a
A
Fig. 10.
d
f
K
n
l
m
g
r
o
q


Fig. 11.
a
b
c
d
A
A
q
e
f
r


Fig. 12.
A
e
c
d
f
B


G
h
H
Fig. 13.
l
g
K
E
c
d
F
n
e
f
g

H
G
Fig. 4.
L
a
K
I
g
e
d
R

Fig. 1.

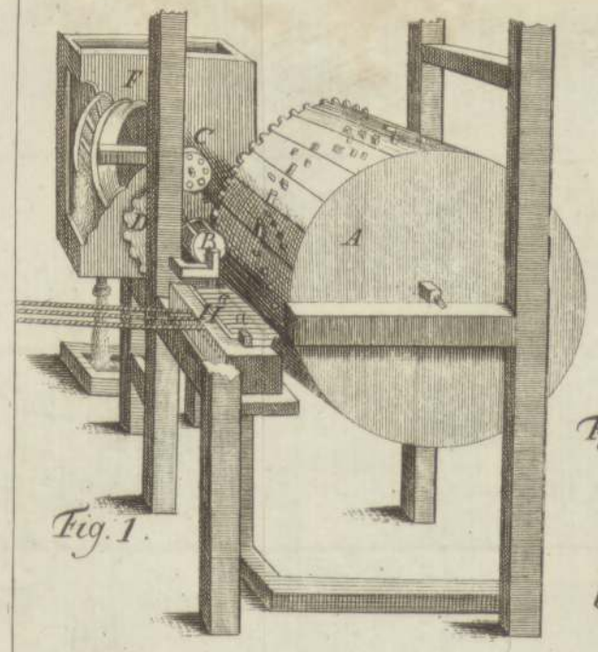


Fig. 4.

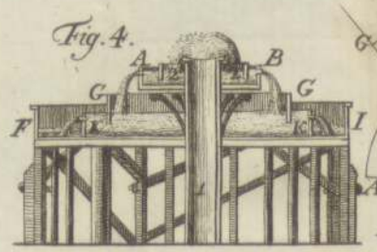


Fig. 10.

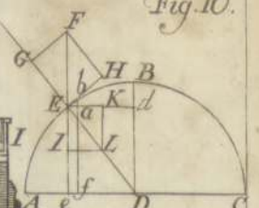


Fig. 5.

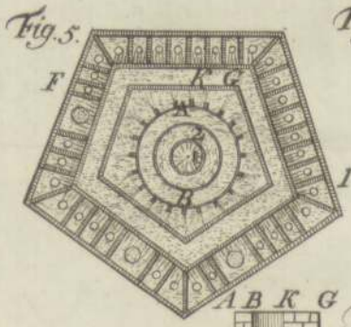
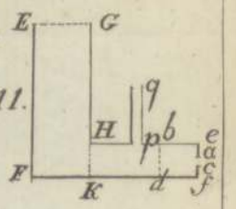


Fig. 11.



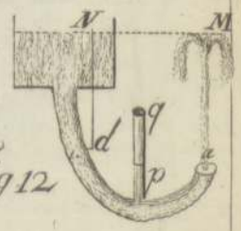


Fig. 2.

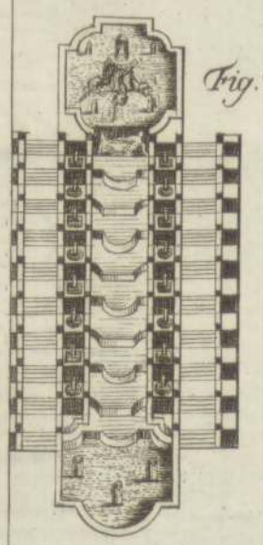


Fig. 6.



Fig. 8.



Fig. 9.

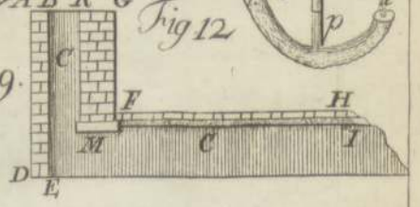


Fig. 12

Fig. 7.

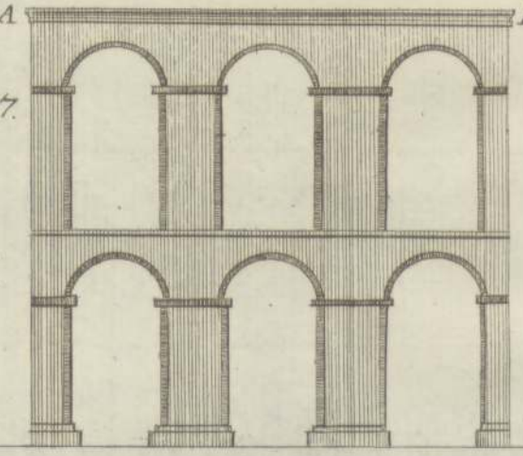


Fig. 3.

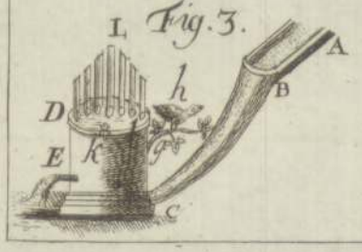
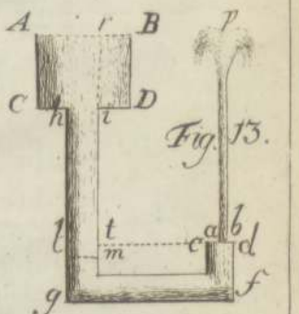


Fig. 13.



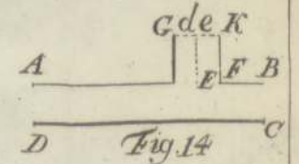


Fig. 14

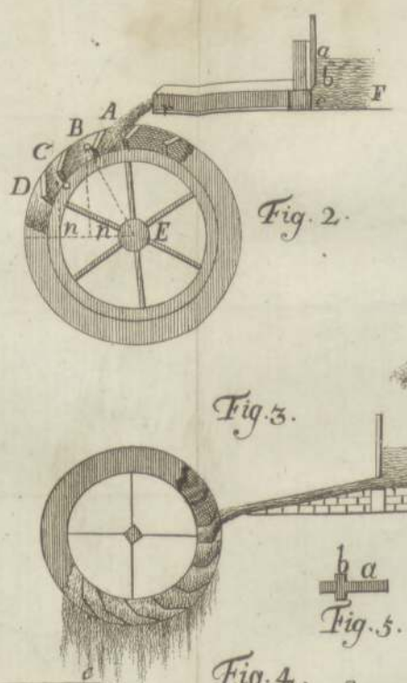


Fig. 2.

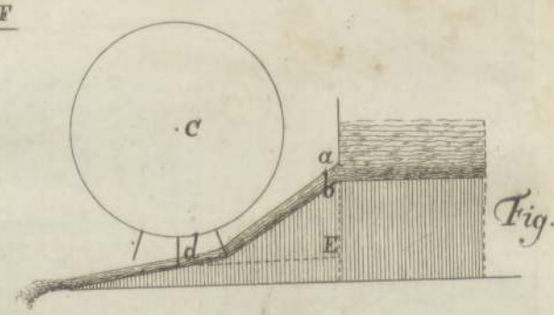


Fig. 1.



Fig. 9.

Fig. 3.

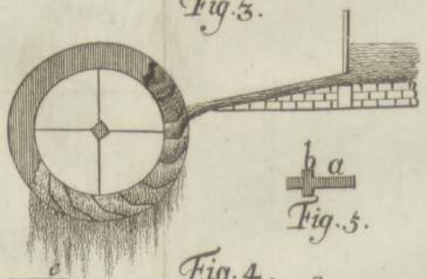
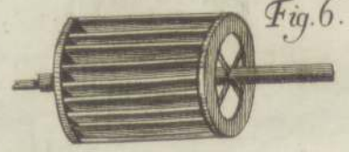


Fig. 5.

Fig. 6.



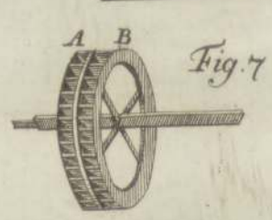


Fig. 7

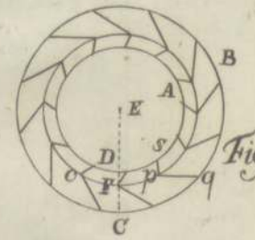


Fig. 8.

Fig. 4.

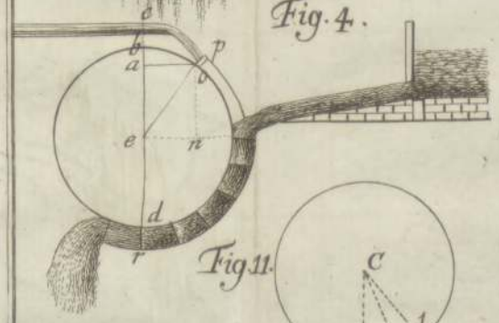


Fig. 11.

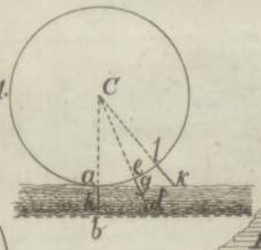


Fig. 12.

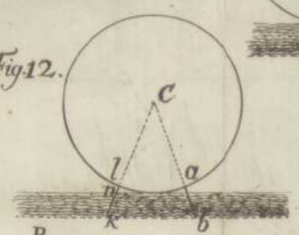
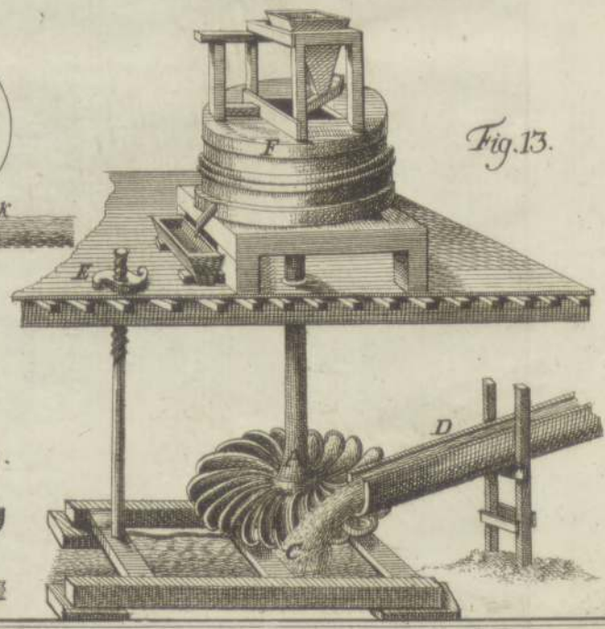


Fig. 13.



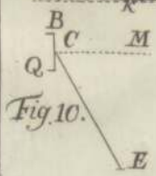
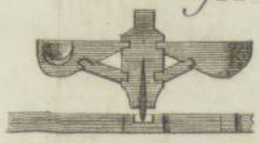


Fig. 10.

Fig. 14.



HYDRAULIK TAB. V.

Fig. 1.

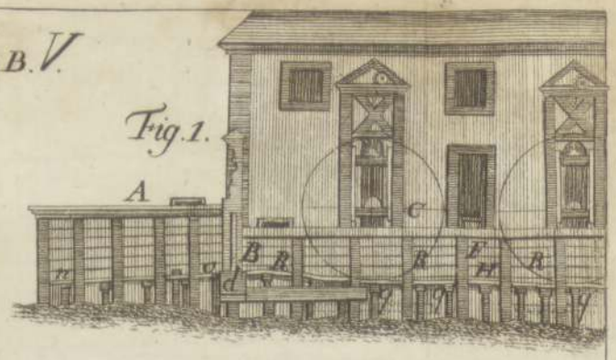


Fig. 2.

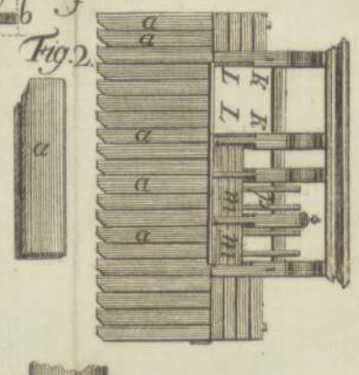


Fig. 3.

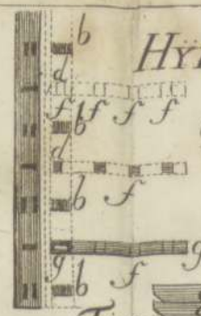


Fig. 4.

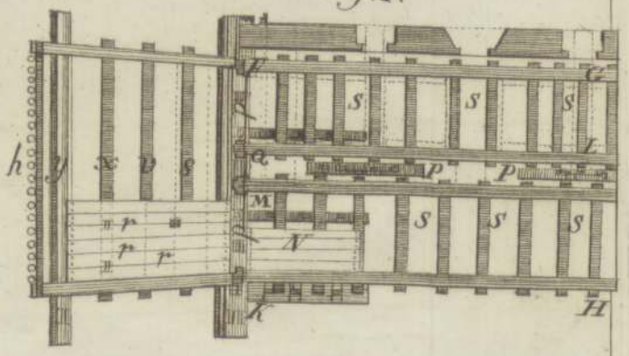


Fig. 5.

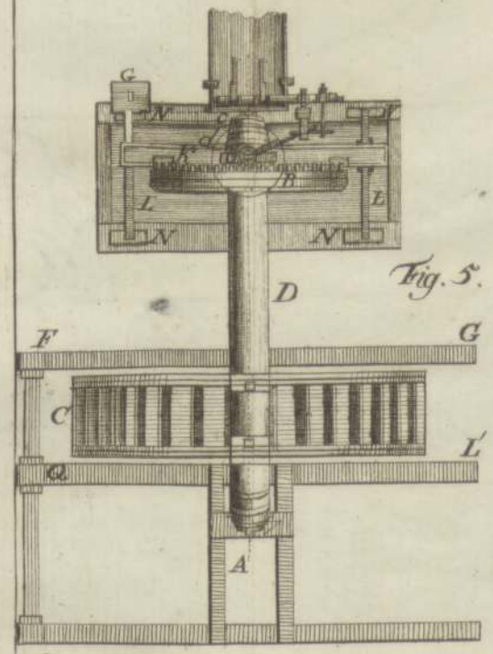


Fig. 6.

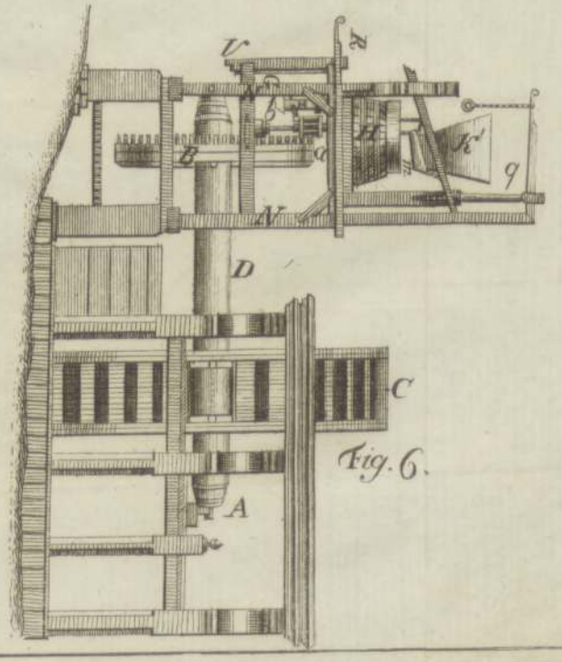


Fig. 7.

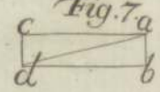


Fig. 1

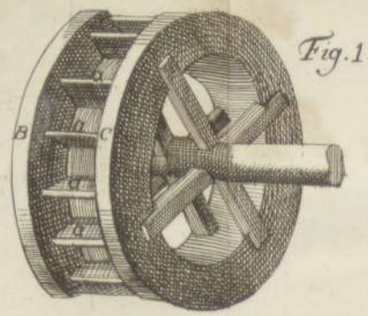
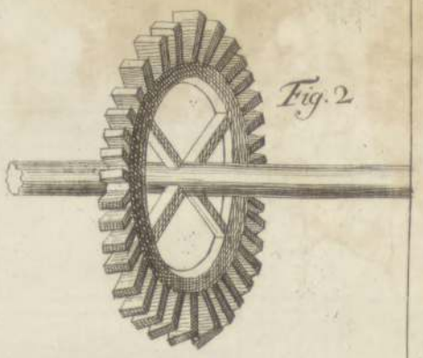


Fig. 2



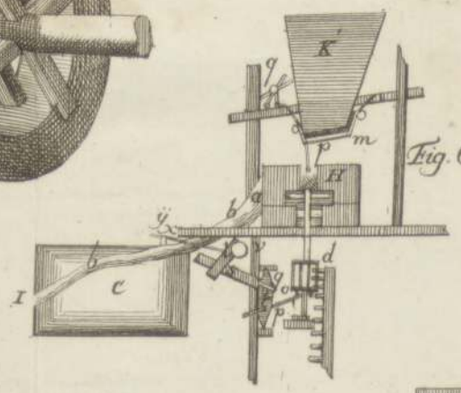


Fig. 6.

Fig. 7.

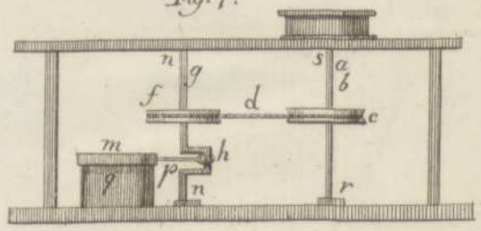


Fig. 3.

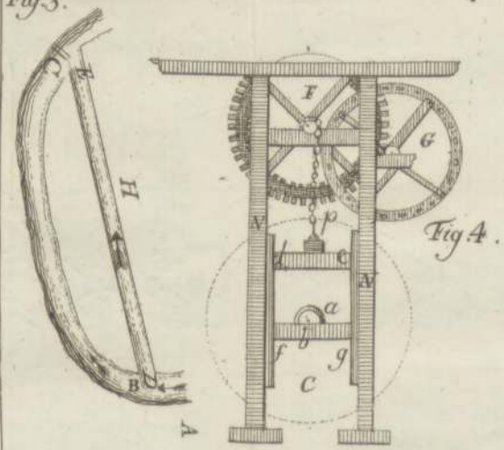


Fig. 4.

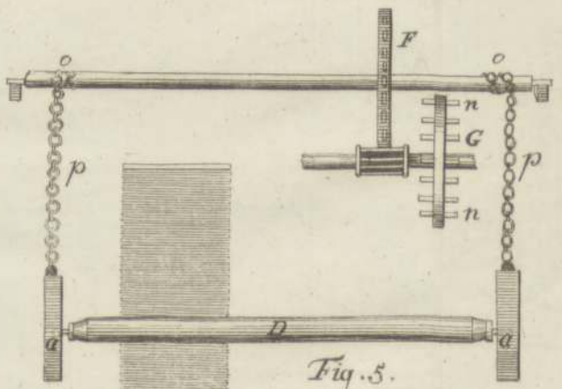


Fig. 5.

Fig. 8.

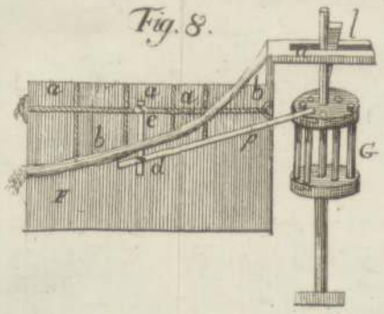
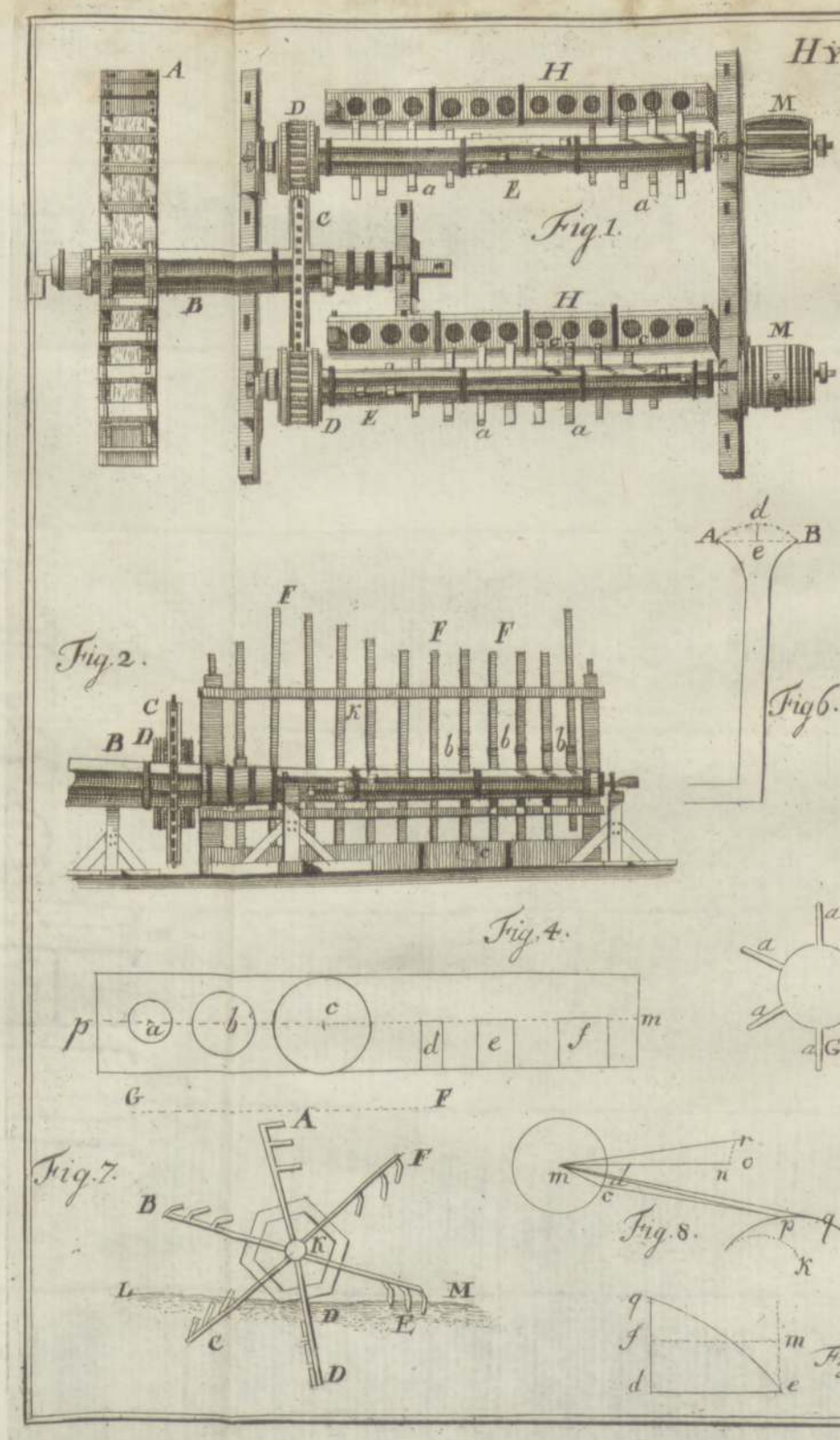




Fig. 9.


A
H
D
M
a
E
a
C
B
H
M
D
E
a
a
Fig. 1.
A
S
K
L
Fig. 3.
C
D
M
r
p
q
h
n
p
E
f
g
S
B
d
A
e
B
Fig. 6.
G
H
L
I
A
K
E
F
D
Fig. 5
B
c
F
F
F
Fig. 2.
C
K
B
D
b
b
b
Fig. 4.
p
a
b
c
d
e
f
m
G
F
a
a
a
C
a
a
a
G
Fig. 11.
A
F
Fig. 7.
B
K
L
M
D
E
C
D
m
c
n
r
q
p
K
Fig. 8.
q
f
m
d
e
Fig. 9.
A
C
D
G
G
E
F
M
B
Fig. 10.

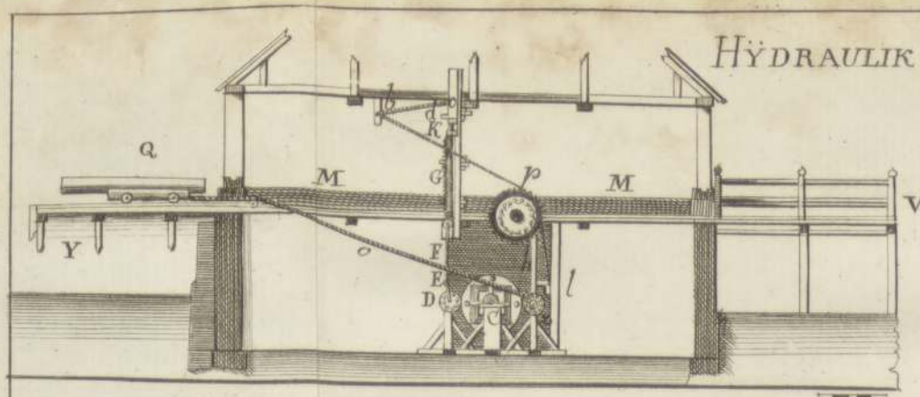


Fig. 1.

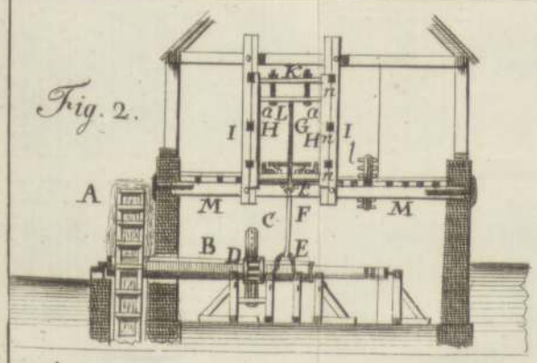


Fig. 2.

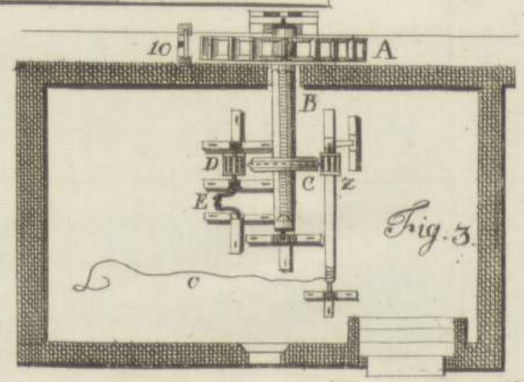


Fig. 3.

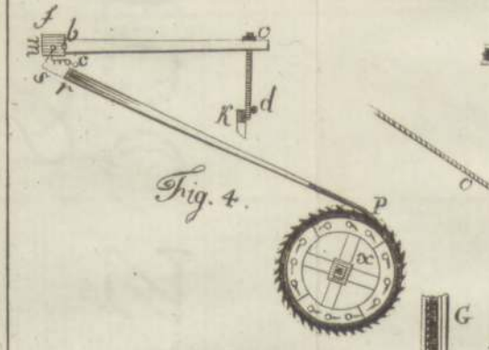


Fig. 4.

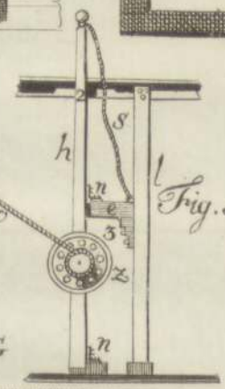


Fig. 5.

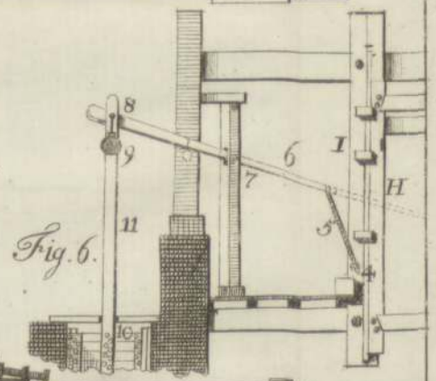


Fig. 6.

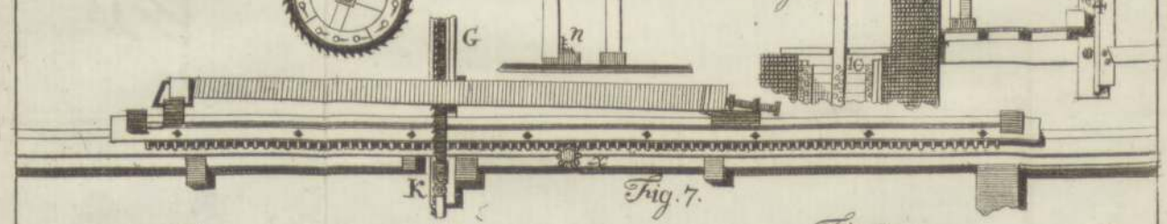


Fig. 7.

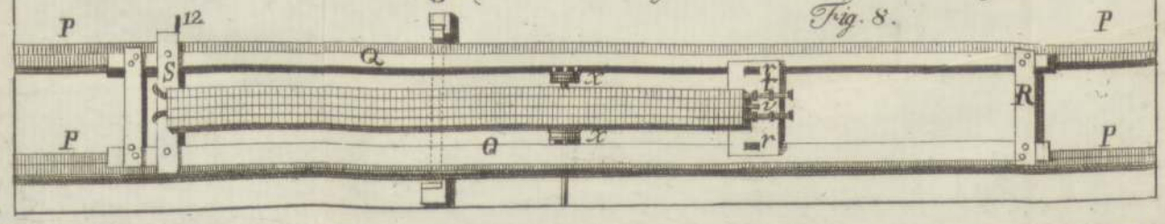


Fig. 8.

HYDRAULIK TAB. IX.

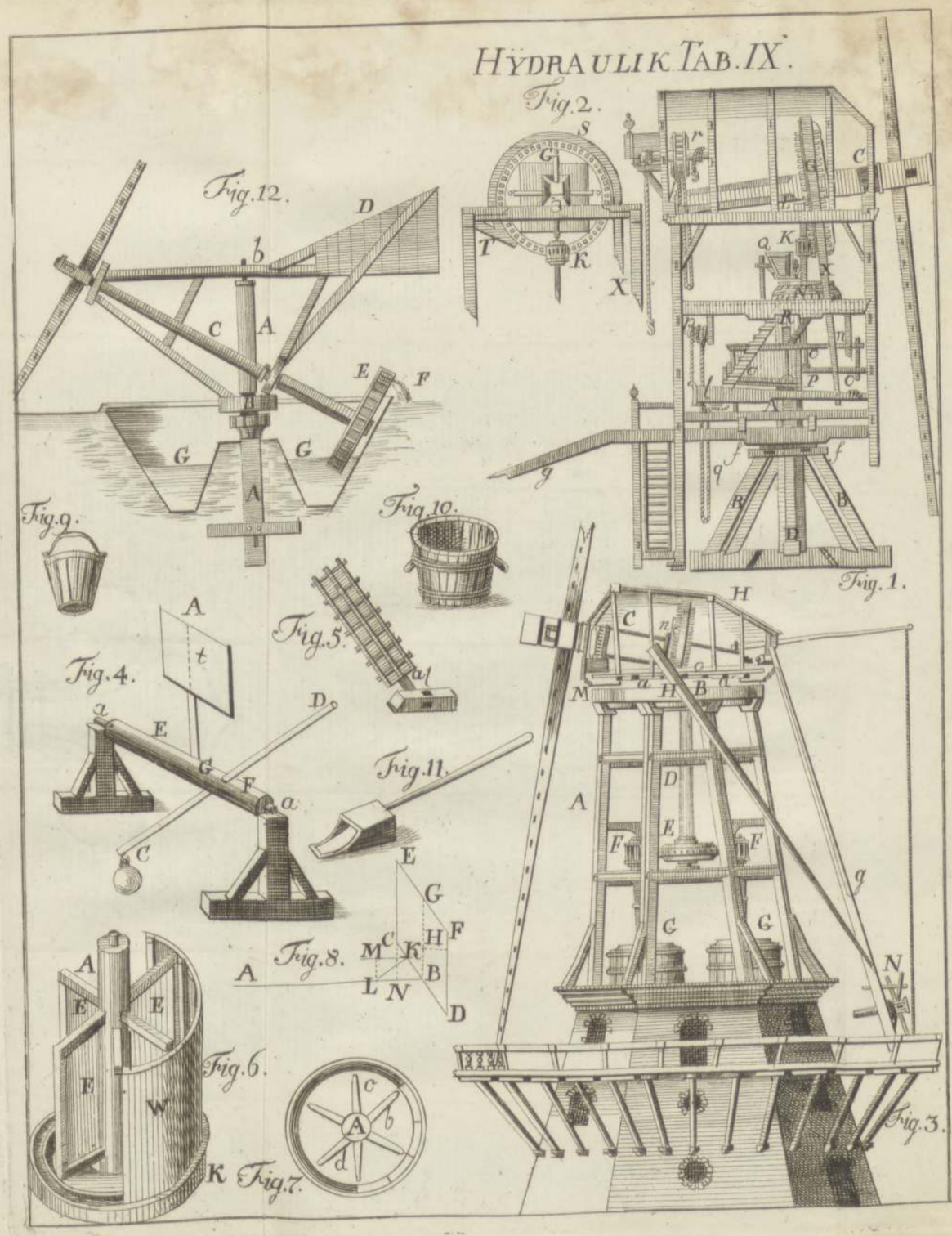
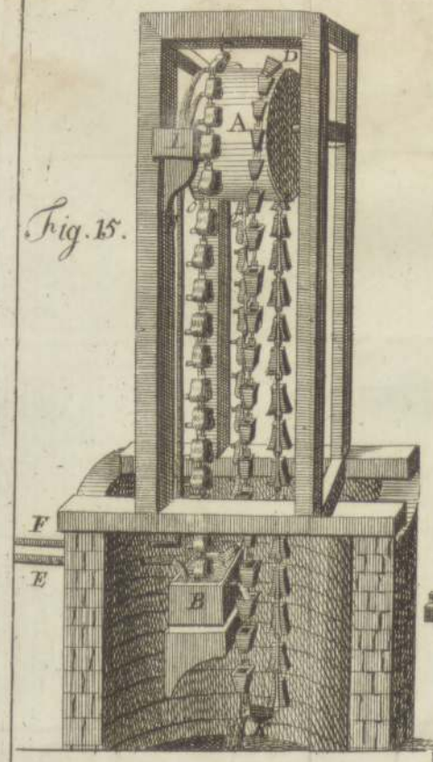


Fig. 15.



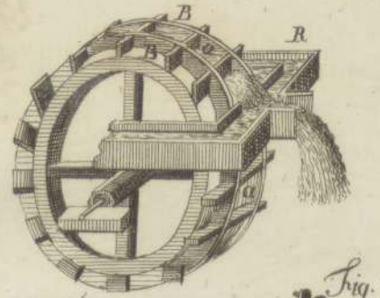


Fig. 6.

Fig. 8.

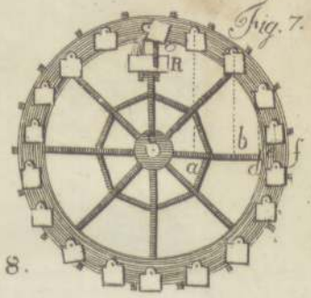


Fig. 7.

Fig. 9

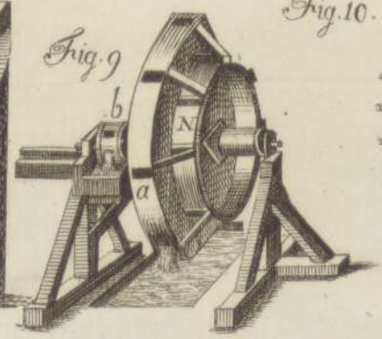


Fig. 10.

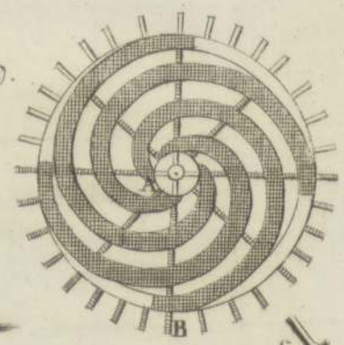


Fig. 11.

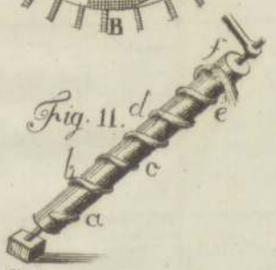


Fig. 1.



Fig. 4.



Fig. 5.





Fig. 13

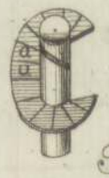


Fig. 14.

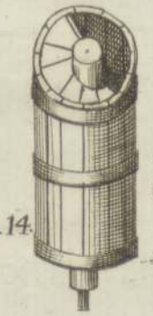


Fig. 12.

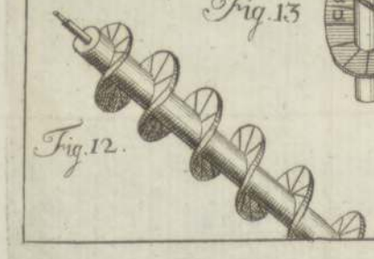


Fig. 2.

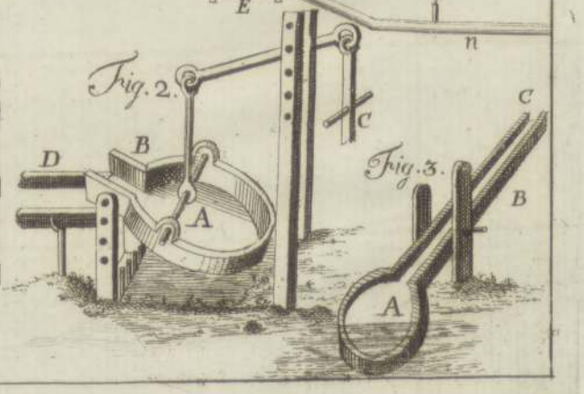


Fig. 3.

Hydraulik Tab XI.

Fig. 1.

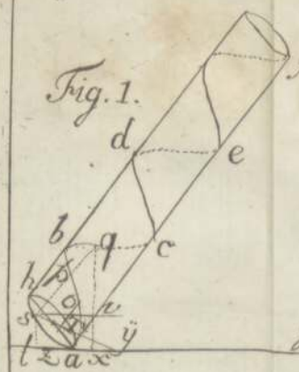


Fig. 2.

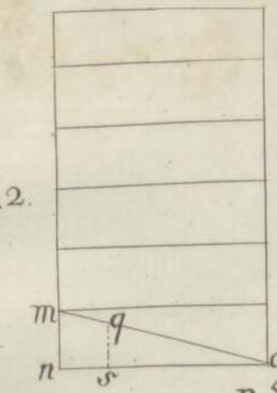


Fig. 5.

Fig. 3

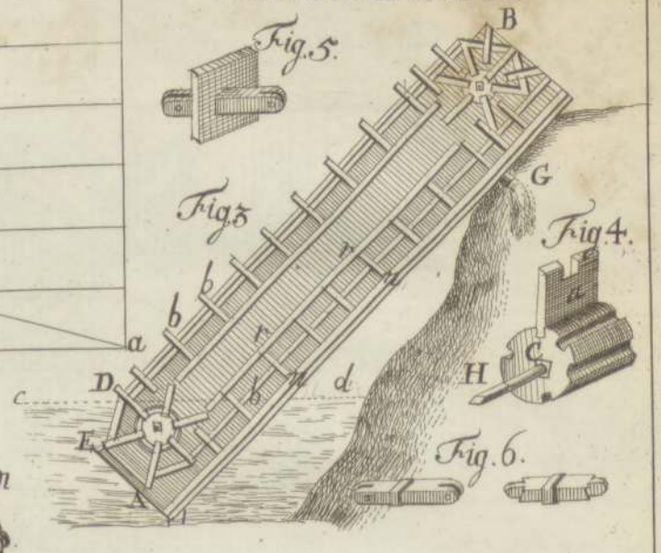


Fig. 4.

Fig. 6.

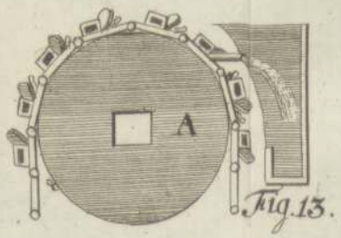


Fig. 13.



P



Fig. 8.

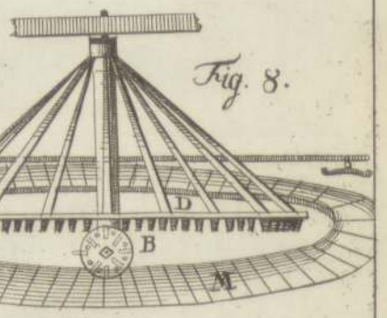


Fig. 12.

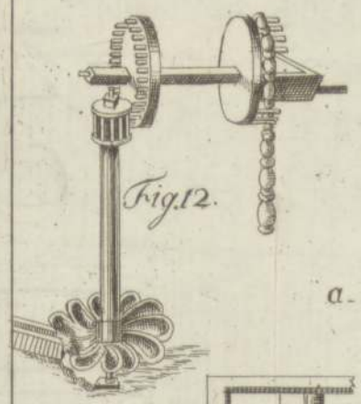


Fig. 10.

a b

Fig. 11.

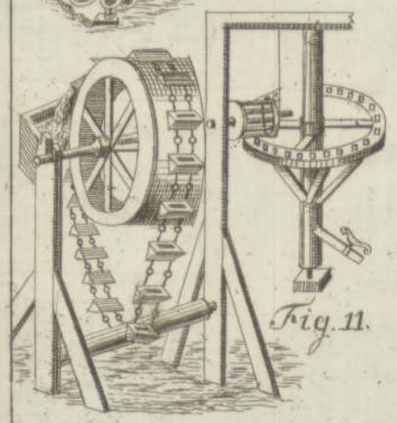


Fig. 14.



Fig. 7.

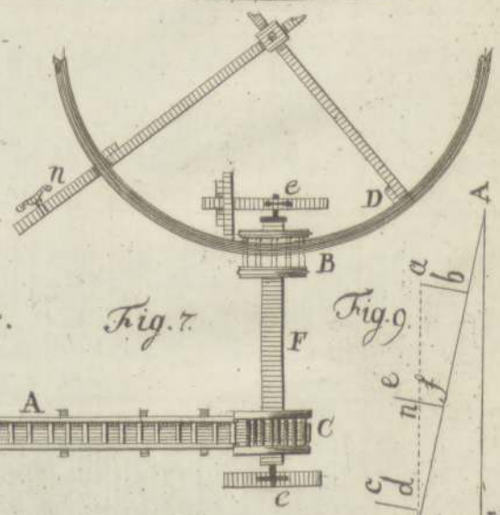
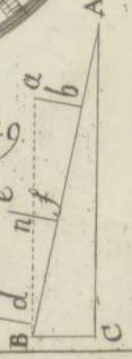
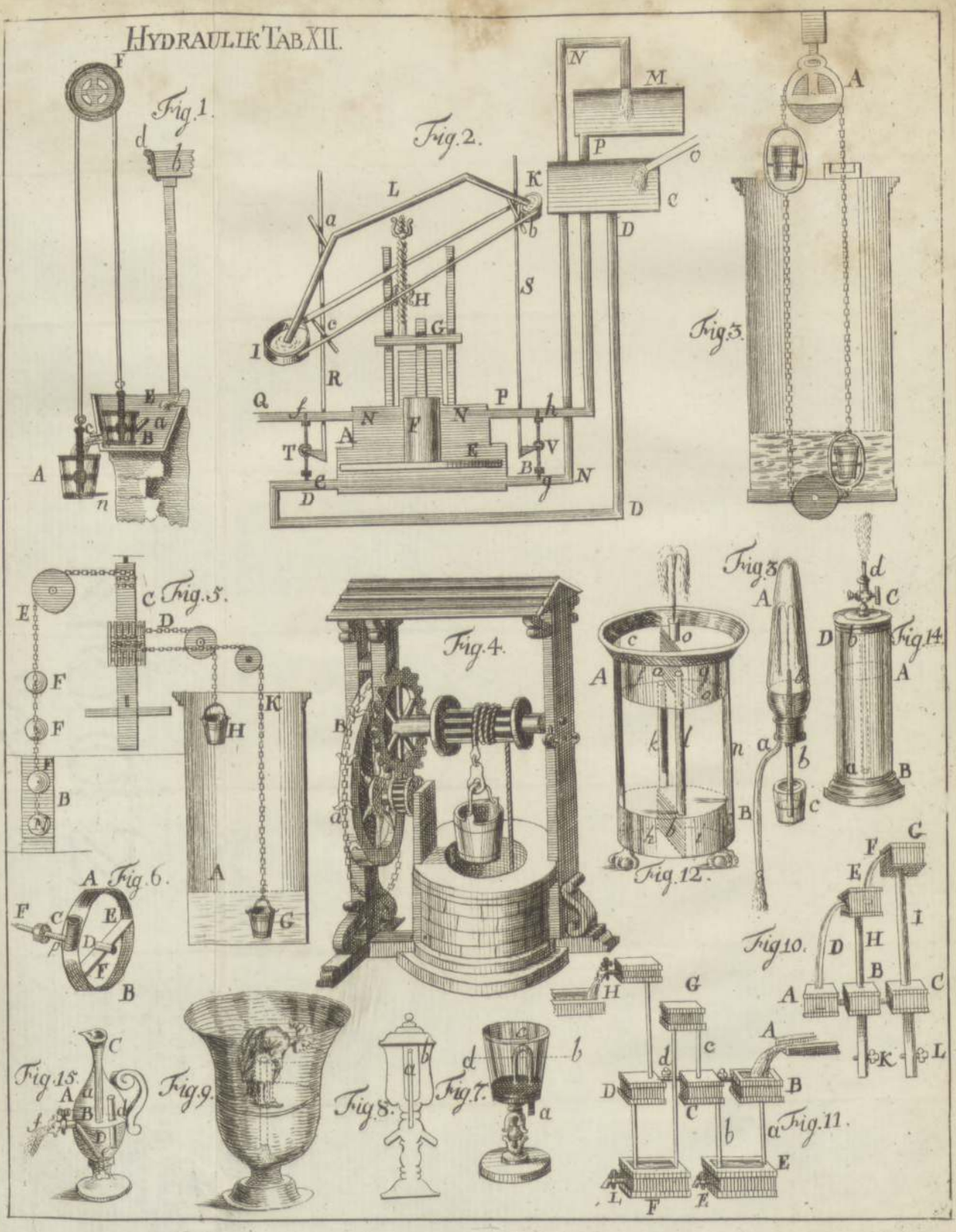


Fig. 9.



HYDRAULIK TAB. XII.



HYDRAULIK TAB XIII.

Fig. 1

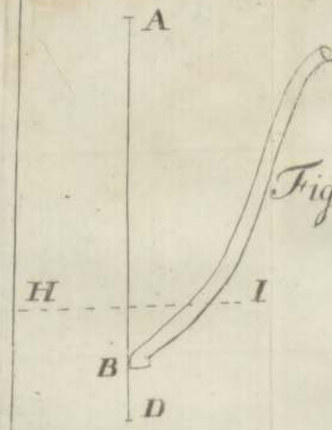


Fig. 3.

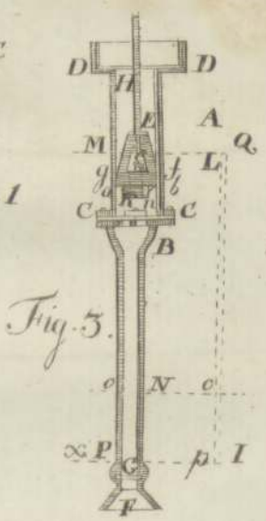


Fig. 2



Fig. 4.



Fig. 7.

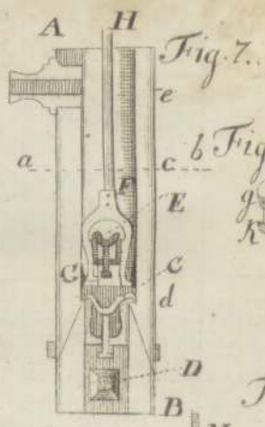


Fig. 5



Fig. 10

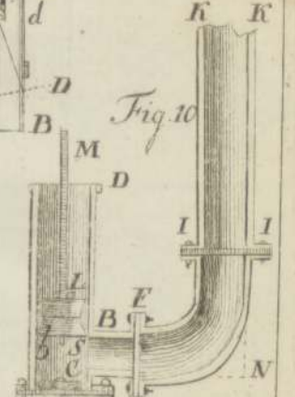


Fig. 6.



Fig. 9

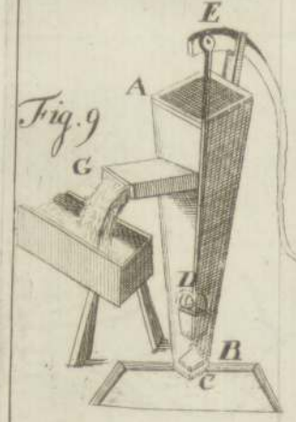


Fig. 13.



Fig. 14.



Fig. 12

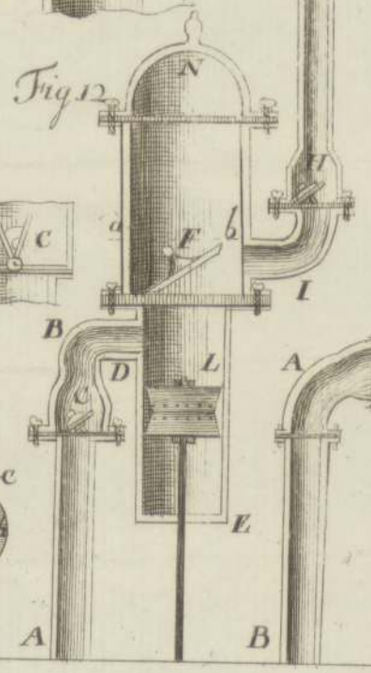


Fig. 11

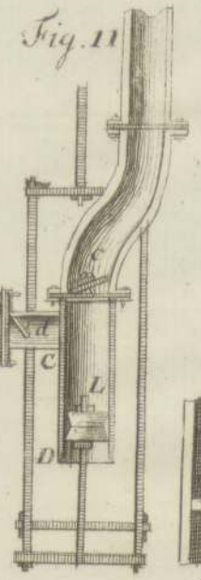


Fig. 17.



Fig. 8

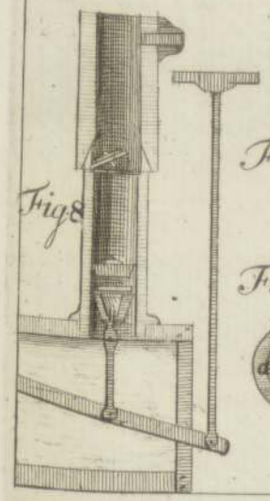


Fig. 16.



Fig. 15.



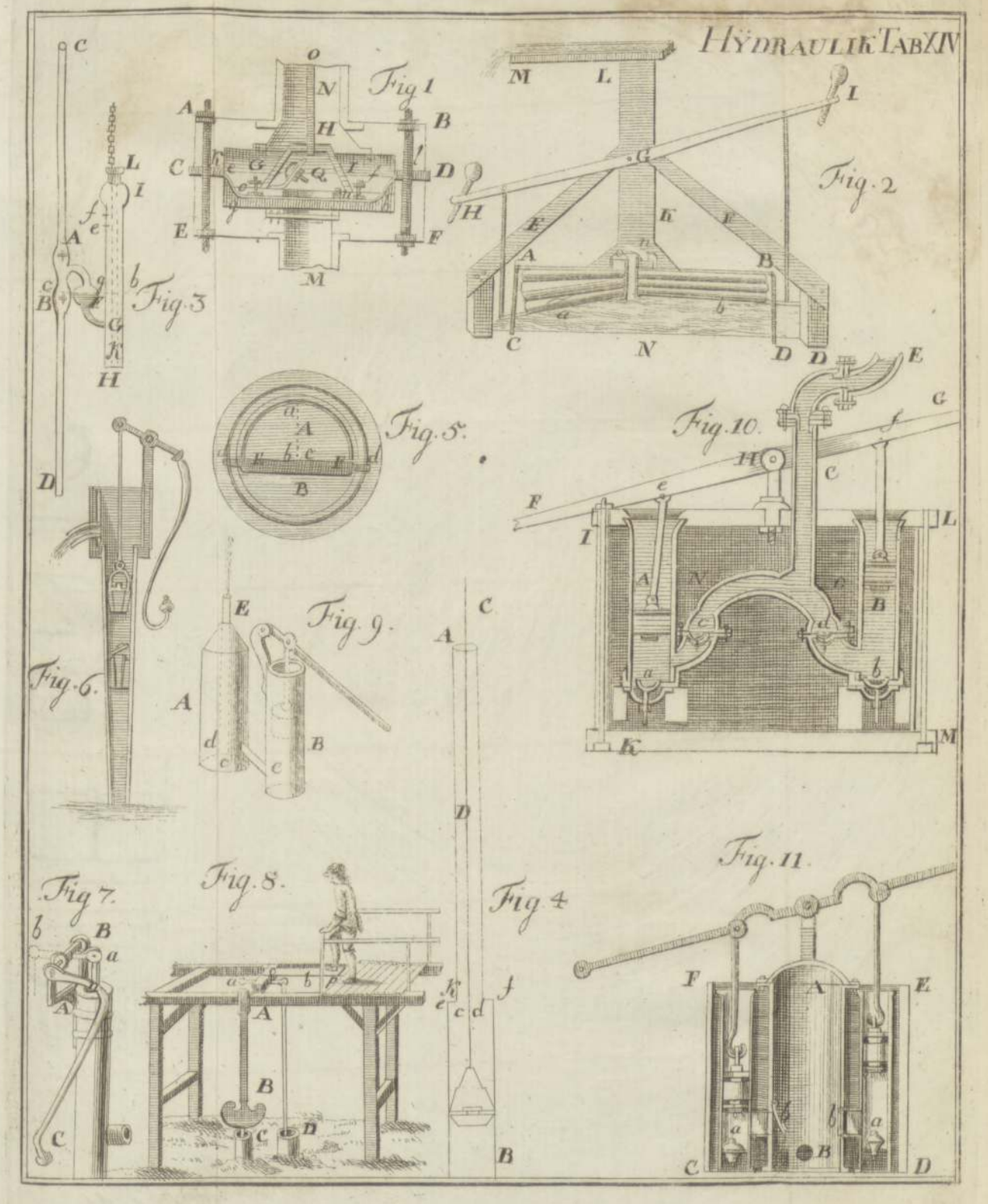

Fig 1
Fig 2
Fig 3
Fig 4
Fig 5
Fig 6
Fig 7
Fig 8
Fig 9
Fig 10
Fig 11

Fig. 1.

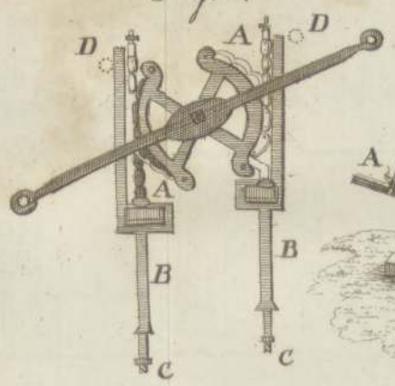


Fig. 2.

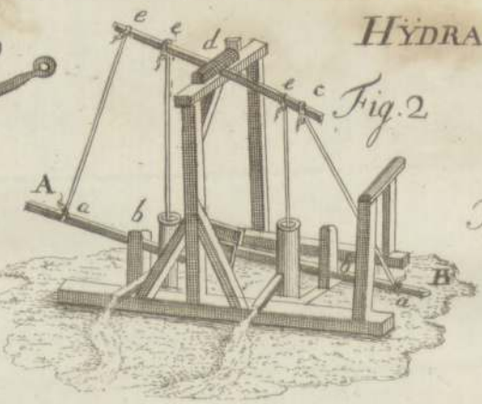


Fig. 3.

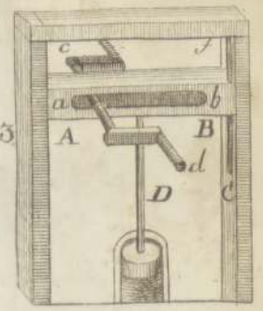


Fig. 8.

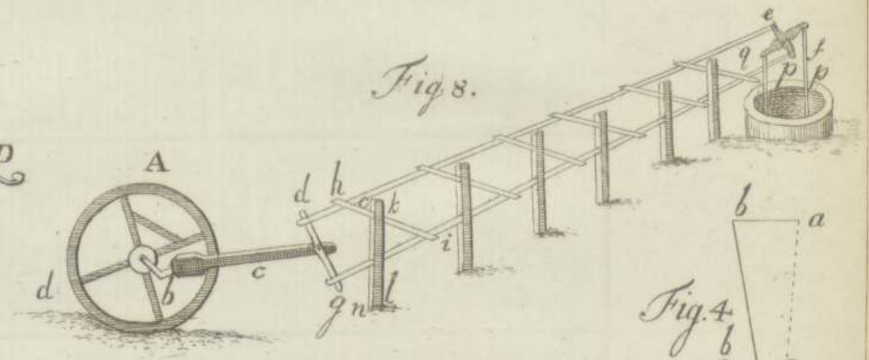


Fig. 4.

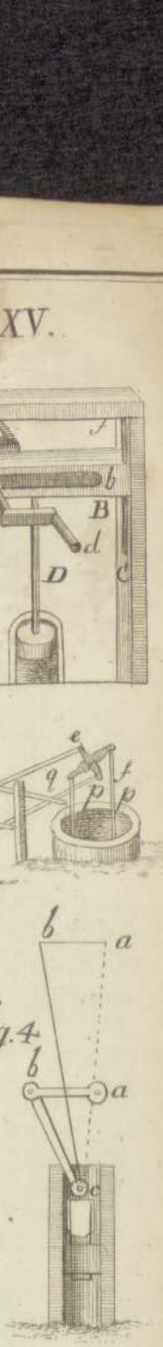


Fig. 6.



Fig. 7.

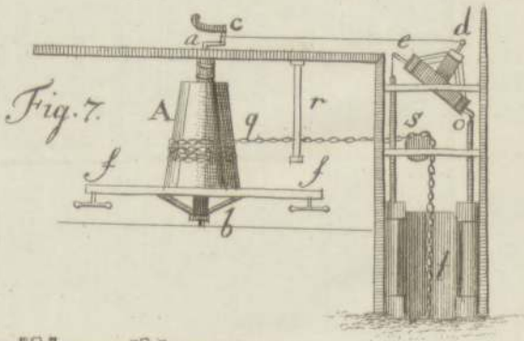


Fig. 9.

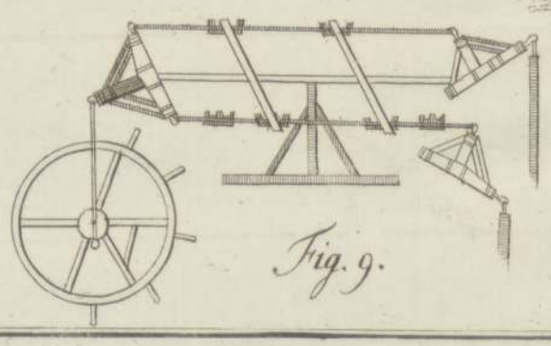


Fig. 5.



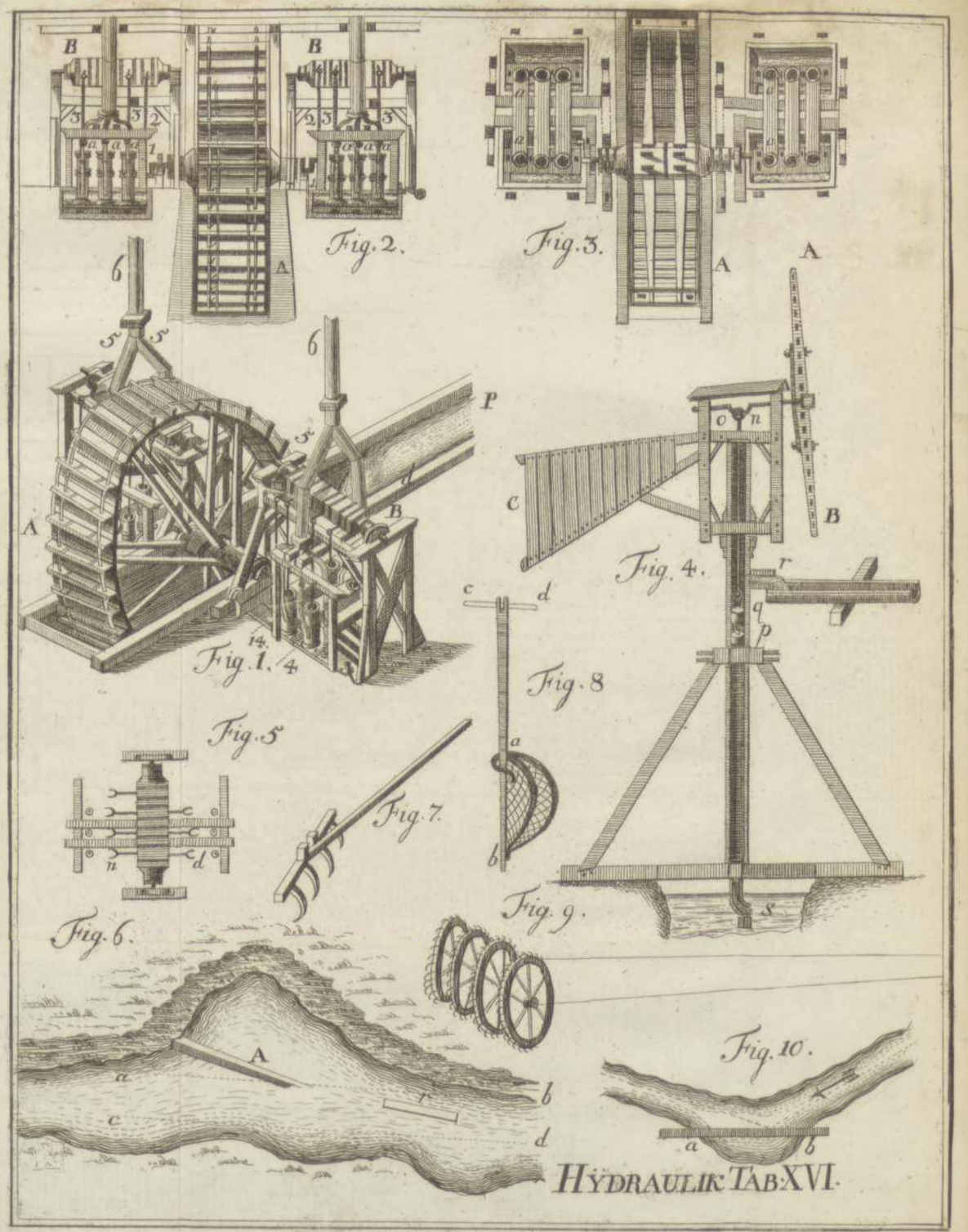
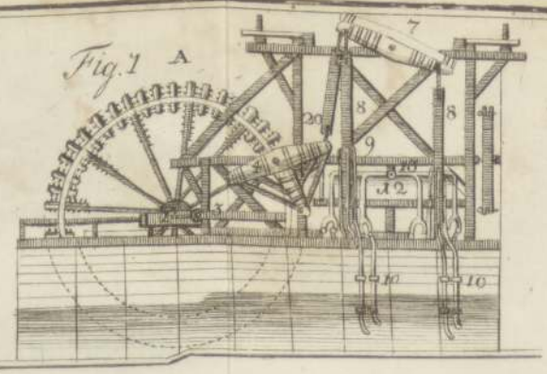

B
B
Fig. 2.
Fig. 3.
A
A
6
5
5
6
P
A
B
14
Fig. 1. 4
Fig. 4.
c
d
r
q
p
Fig. 5
Fig. 8
n
d
Fig. 7.
a
b
Fig. 9.
s
Fig. 6.
A
a
b
c
d
r
Fig. 10.
a
b
HYDRAULIK TAB: XVI.

Fig. 1



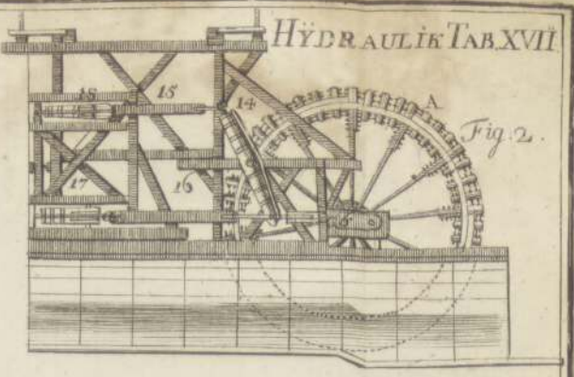
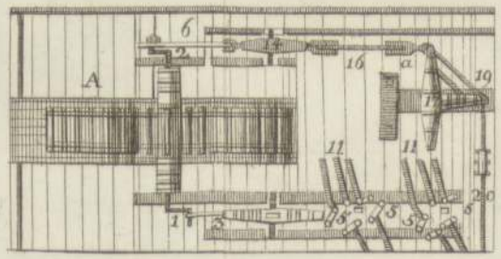


Fig. 2.

Fig. 3.



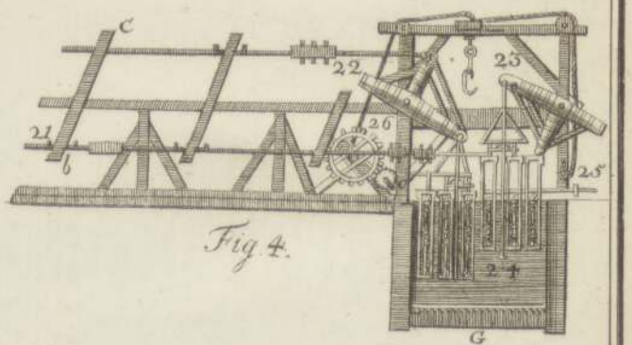


Fig. 4.



Fig. 5.

Fig. 6.

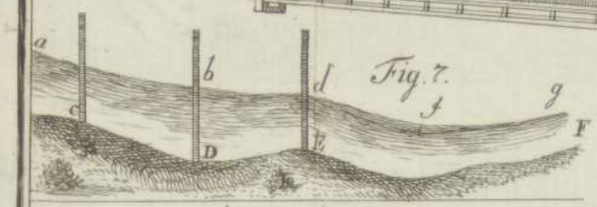


Fig. 7.



Fig. 8.

Hydraulik. Tab. XVIII.

Fig. 2

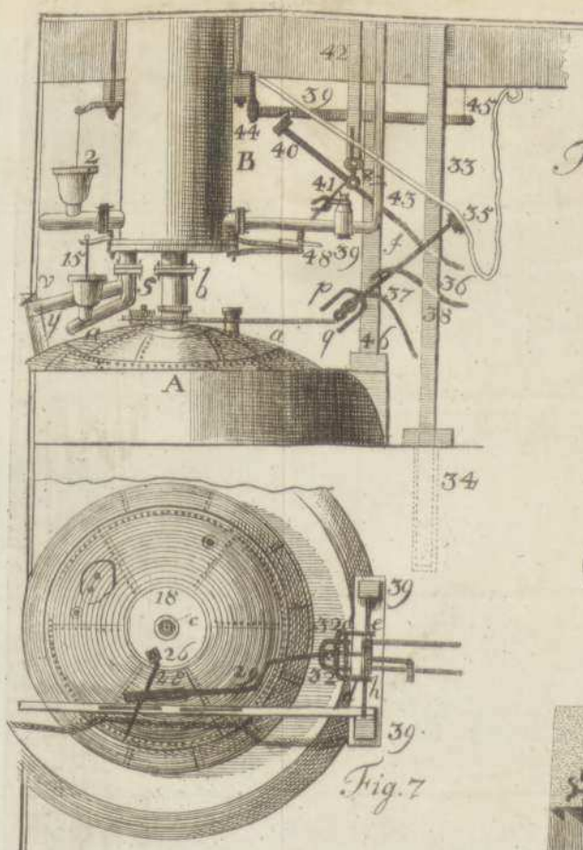


Fig. 7

Fig. 3.

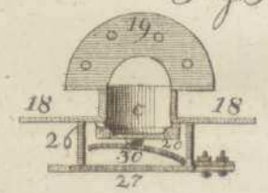


Fig. 4

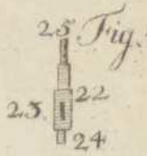


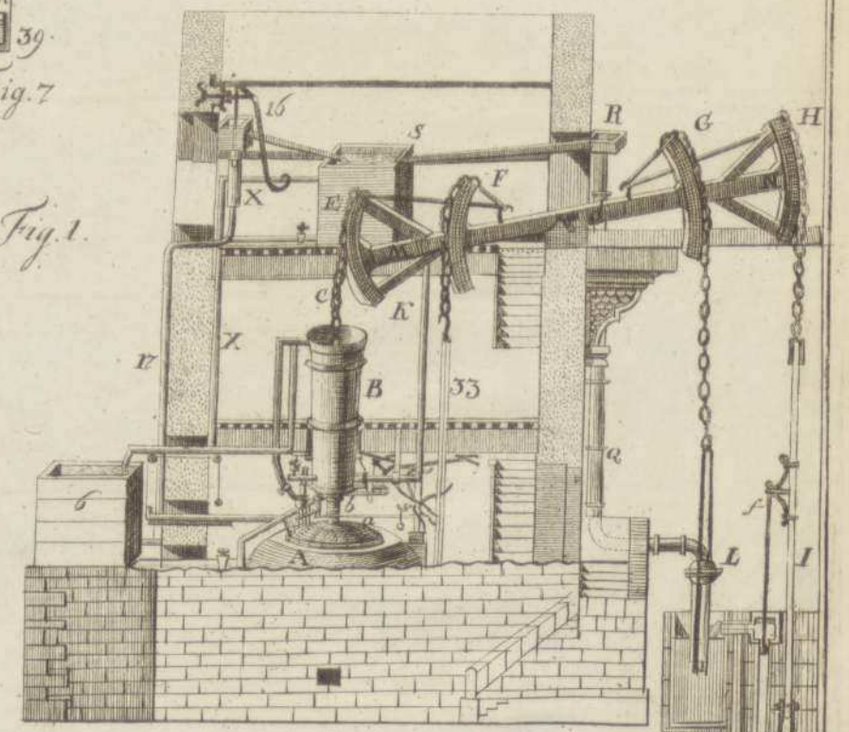
Fig. 6.



Fig. 5.



Fig. 1.



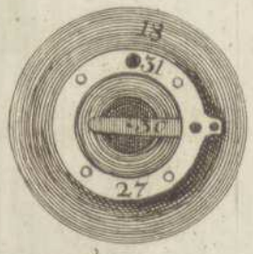


Fig. 8.

Fig. 1.

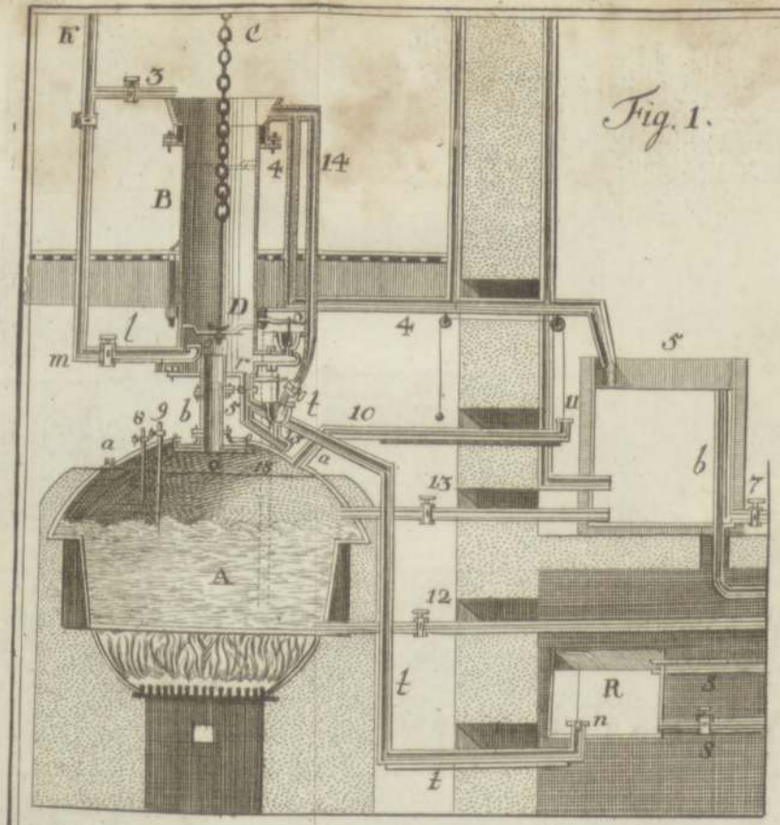


Fig. 2

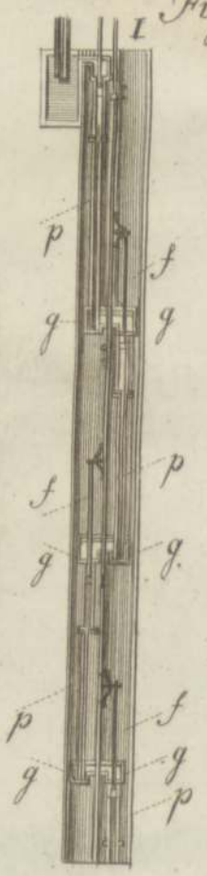


Fig. 3.



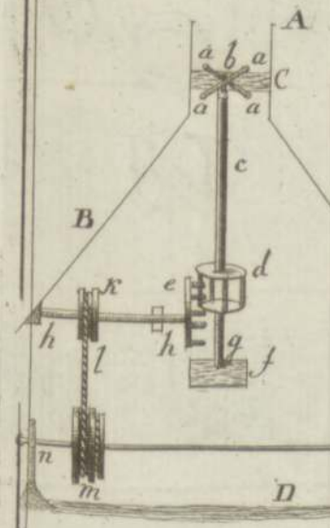


Fig. 4.

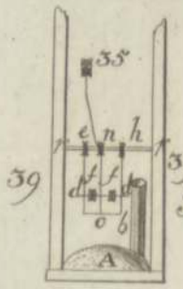


Fig. 5.

Fig. 6.

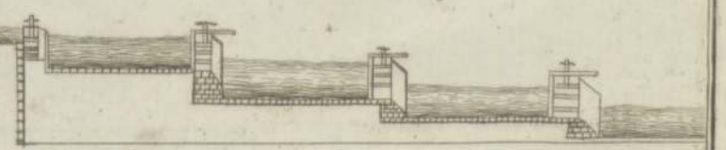


Fig. 1.

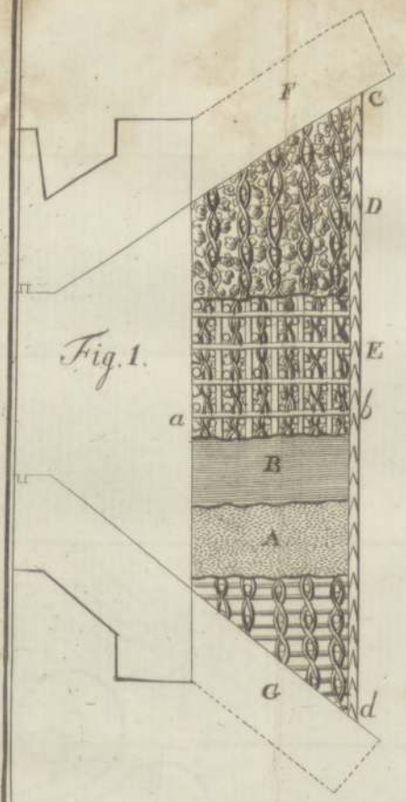


Fig. 4.

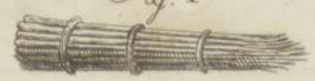


Fig. 5.

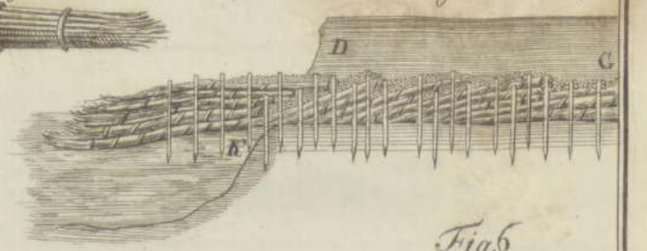


Fig. 6

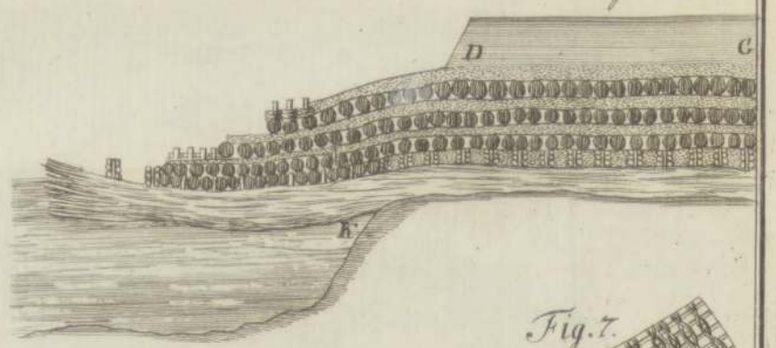


Fig. 7.

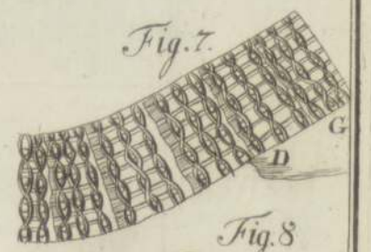


Fig. 9



Fig. 10.

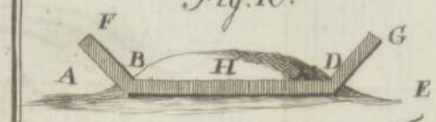


Fig. 8



Fig. 2.

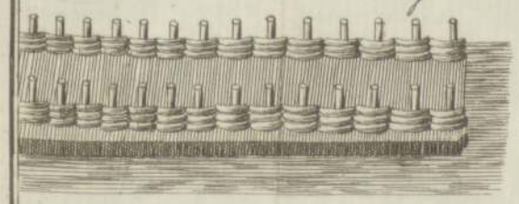


Fig. 3.

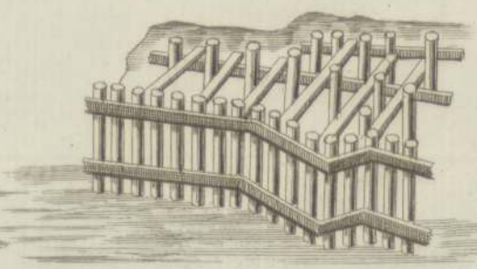


Fig. 12.



Fig. 11.



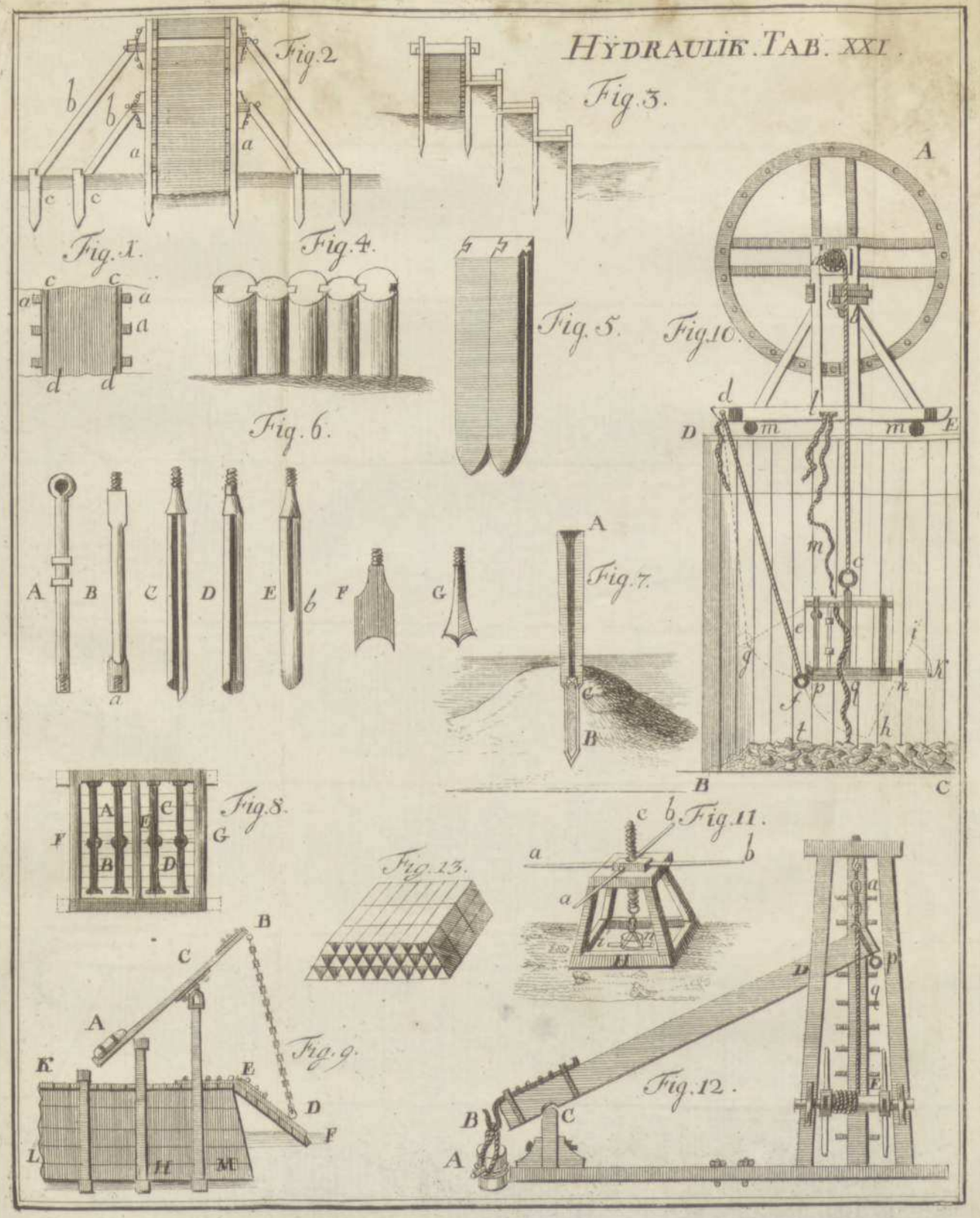

Fig. 2
b
b
a
a
c
c
Fig. 3.
Fig. X.
c
c
a
a
a
d
d
Fig. 4.
Fig. 5.
Fig. 6.
A
B
C
D
E
b
F
G
a
Fig. 7.
A
C
B
Fig. 10.
A
d
l
D
m
m
E
m
c
g
i
M
f
p
q
n
t
h
B
C
Fig. 8.
A
E
C
F
G
B
D
Fig. 13.
Fig. 11.
c
b
a
b
a
Fig. 9.
B
C
A
K
E
D
F
L
H
M
Fig. 12.
D
p
q
E
B
C
A

Fig. 1.

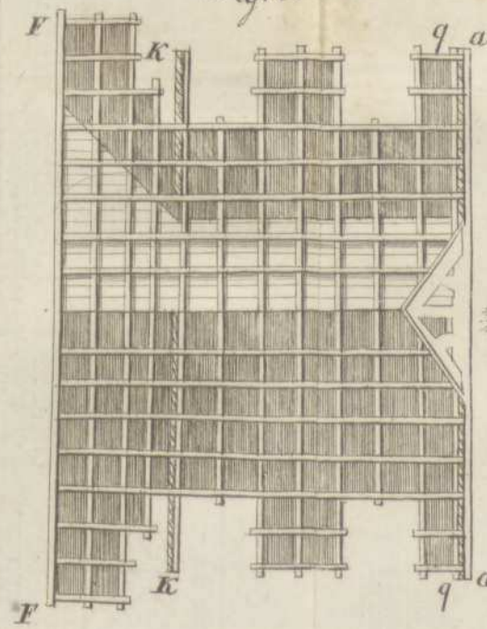


Fig. 2.

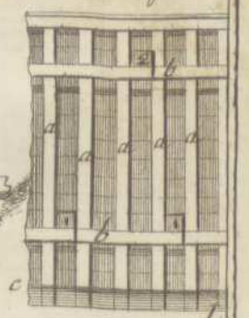


Fig. 3.

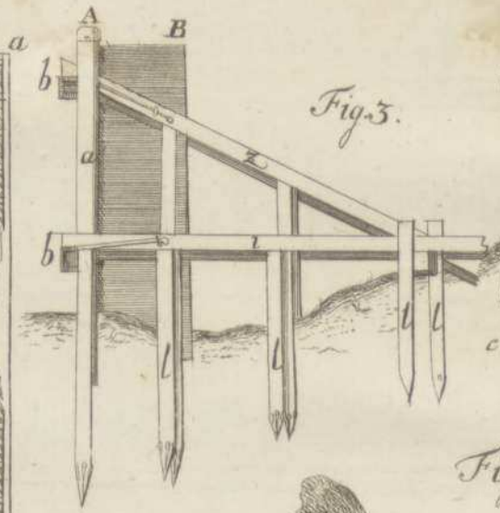


Fig. 4.

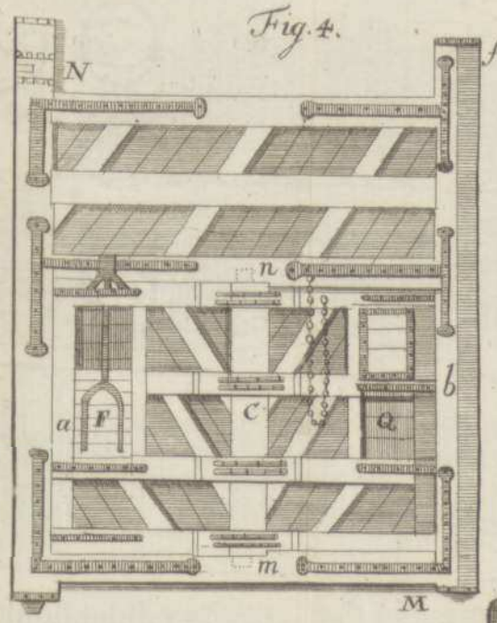


Fig. 5.

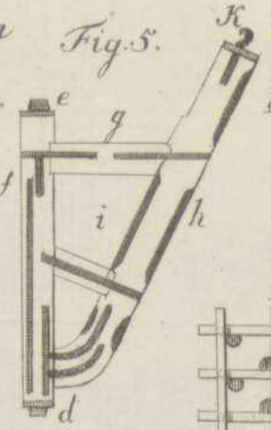


Fig. 8.



Fig. 9.

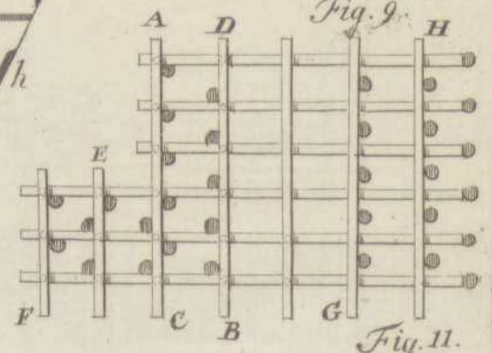


Fig. 11.

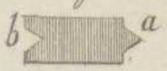


Fig. 7.

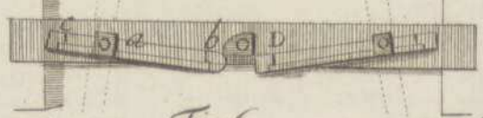


Fig. 10.

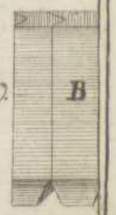


Fig. 6.

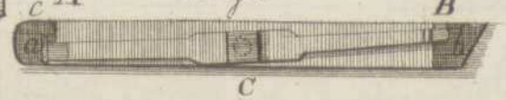


Fig. X

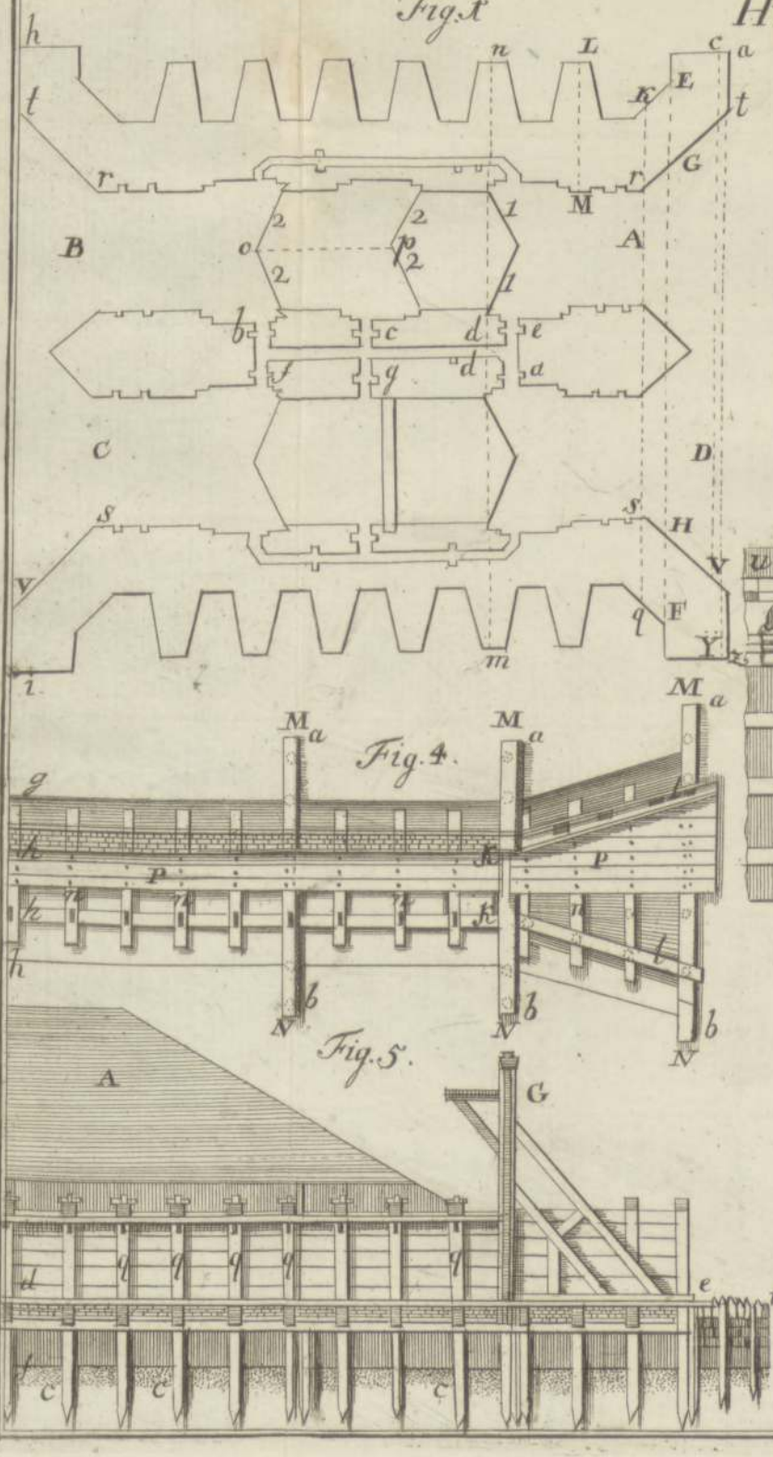


Fig. 2.

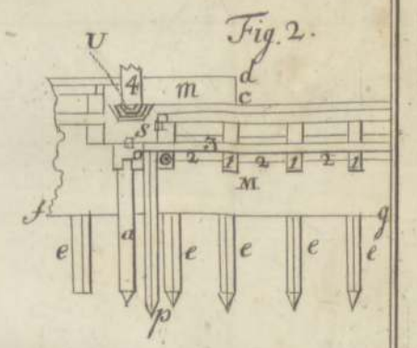


Fig. 3.

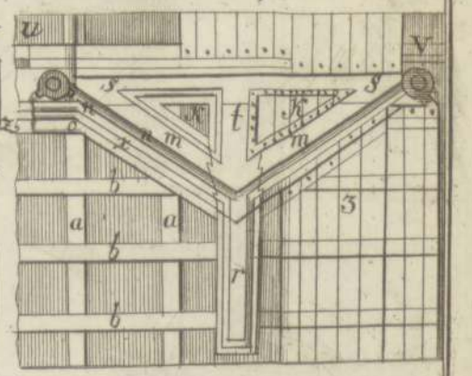


Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

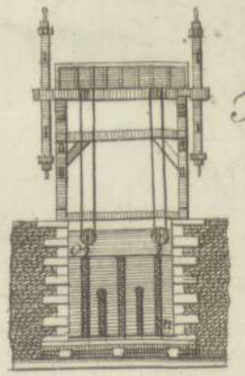


Fig. 2.

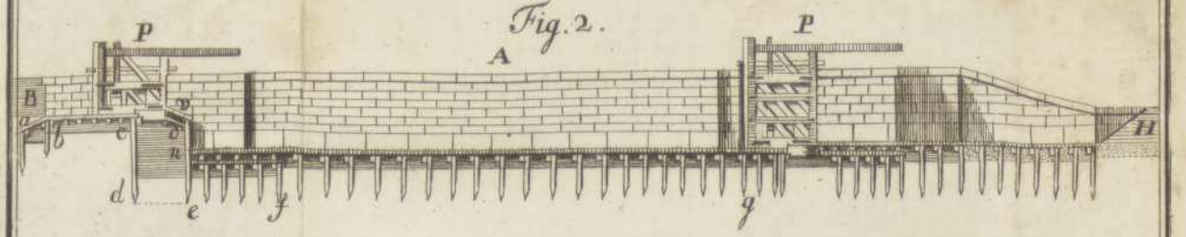


Fig. 1

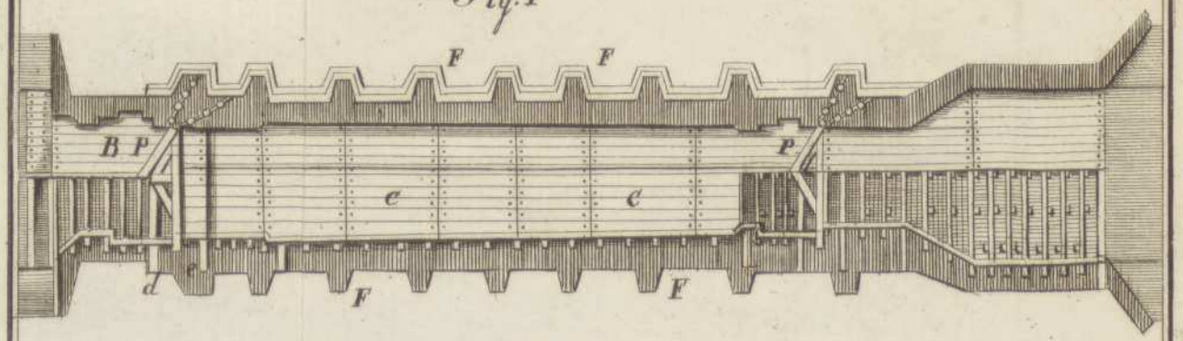


Fig. 4.

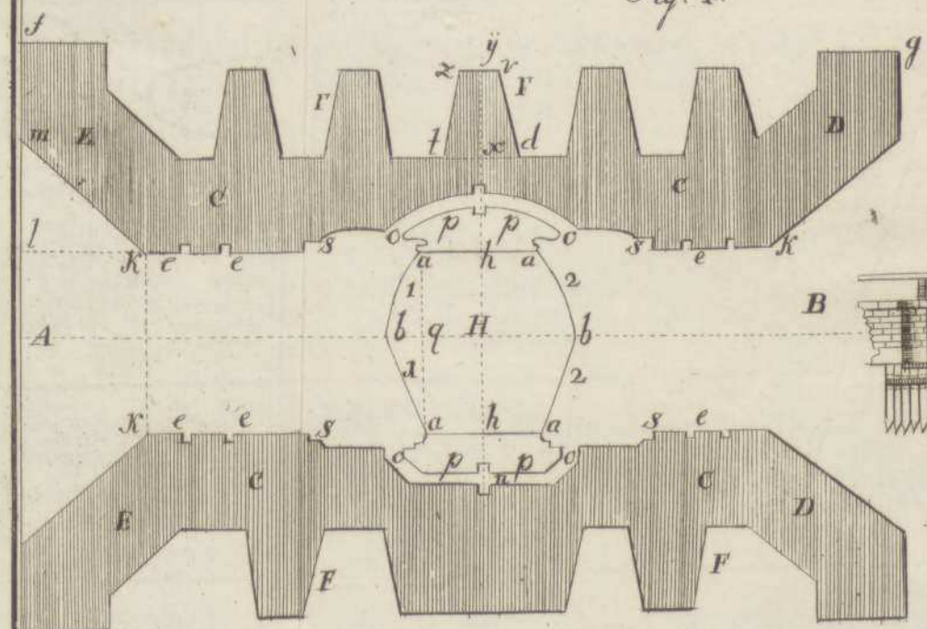
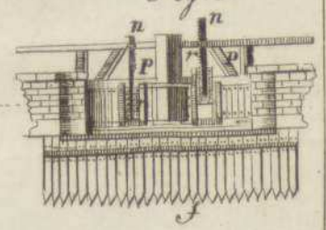


Fig. 3.



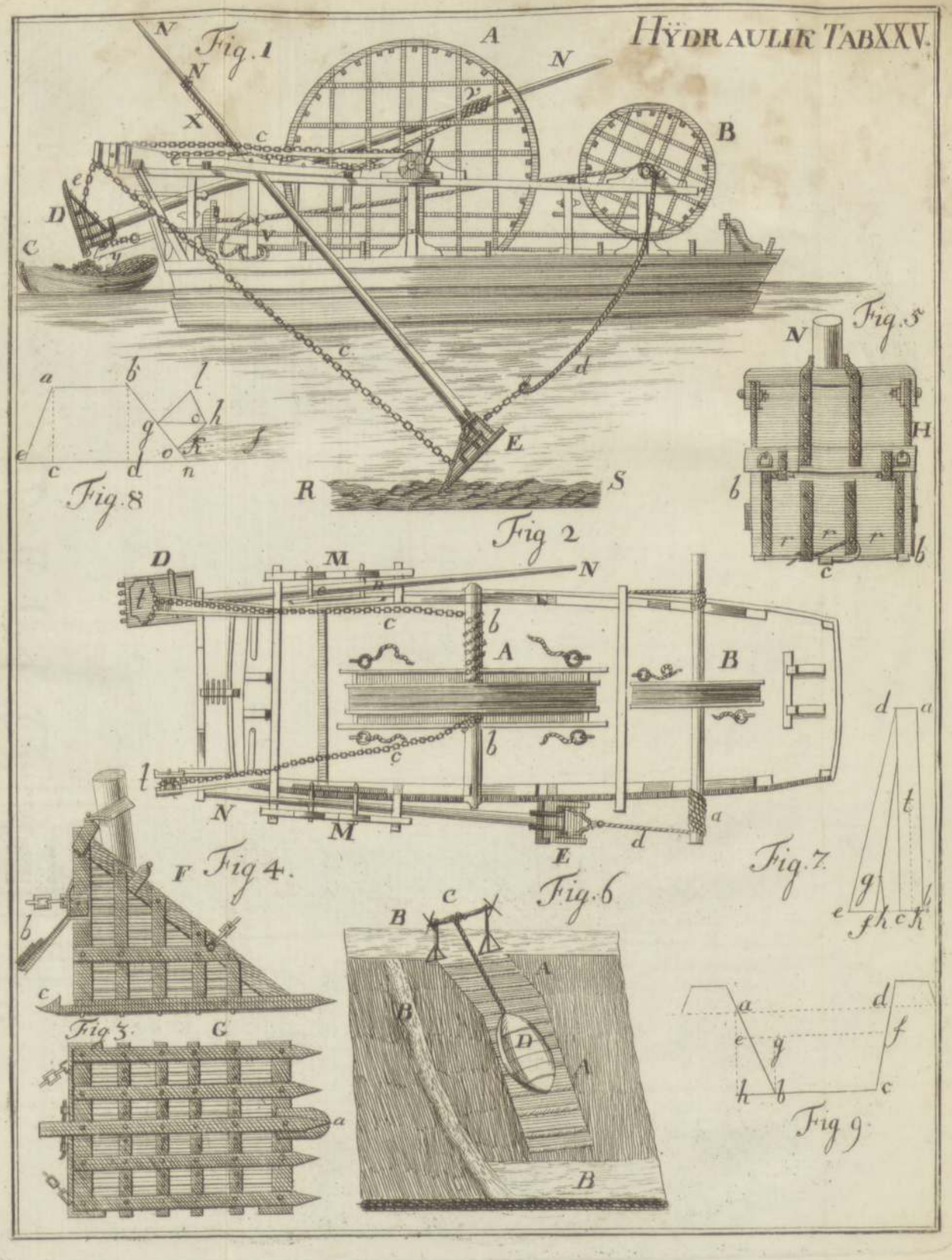

Fig. 1
N
A
B
C
D
E
R
S
Fig. 8
Fig. 5
H
Fig 2
M
Fig 4.
F
Fig 3.
G
Fig. 6
Fig. 7
Fig 9

Fig. 2.

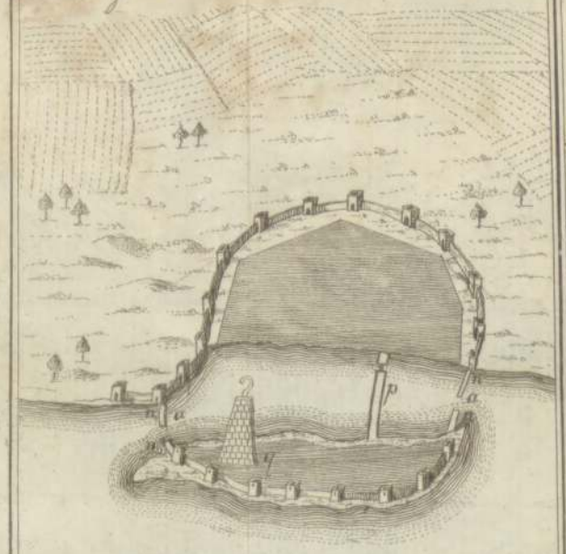


Fig. 1.



Fig. 3.

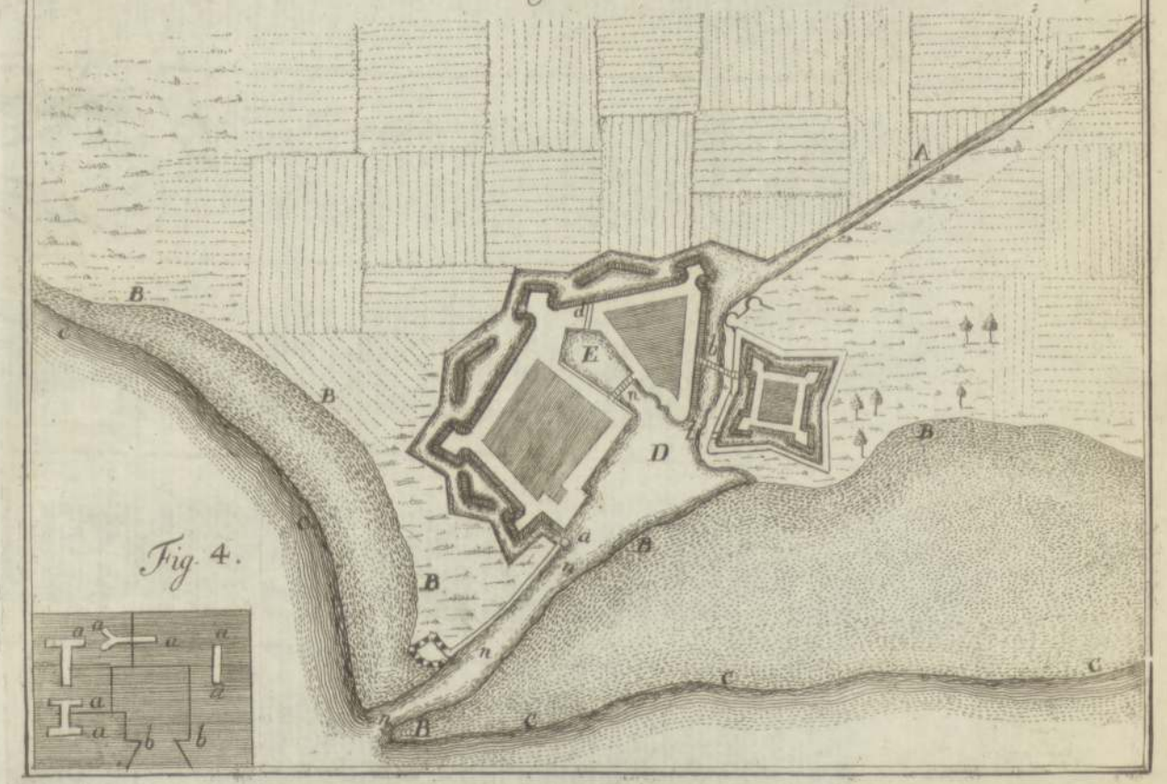


Fig. 4.

Kælder, rum 914 321875

1769

300214013

DTU Tekinfo
Danmarks Tekniske Informationscenter