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*

DTB Danmarks Tekniske Bibliotek

KUN
til brug på
LÆSESAL

621.1
gf.

621.11 Sch

DANMARKS TEKNISKE BIBLIOTEK
M0071732 61
300005204619

Dampmaskinens Historie

JERNVEI FRA WITZNAU.

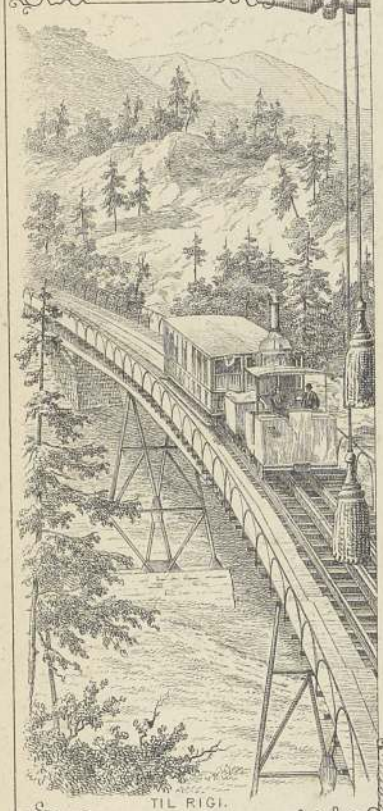
AF

Karl Schmidt

Cand. magist. Adjunkt.

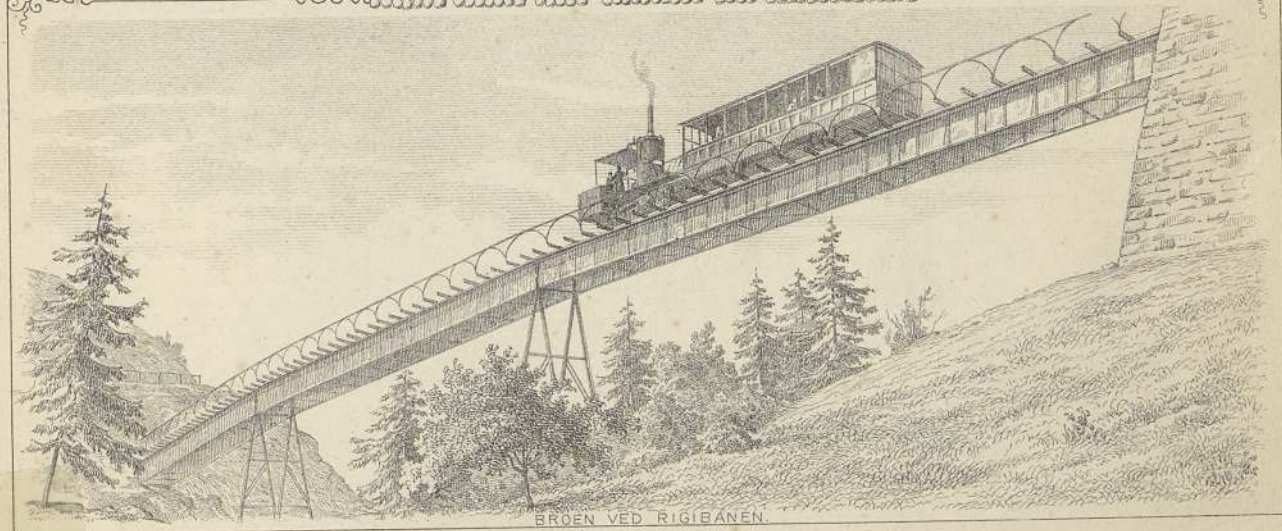
Hempelske Boghandels Forlag

ODENSE.



TIL RIGI.

KULM.



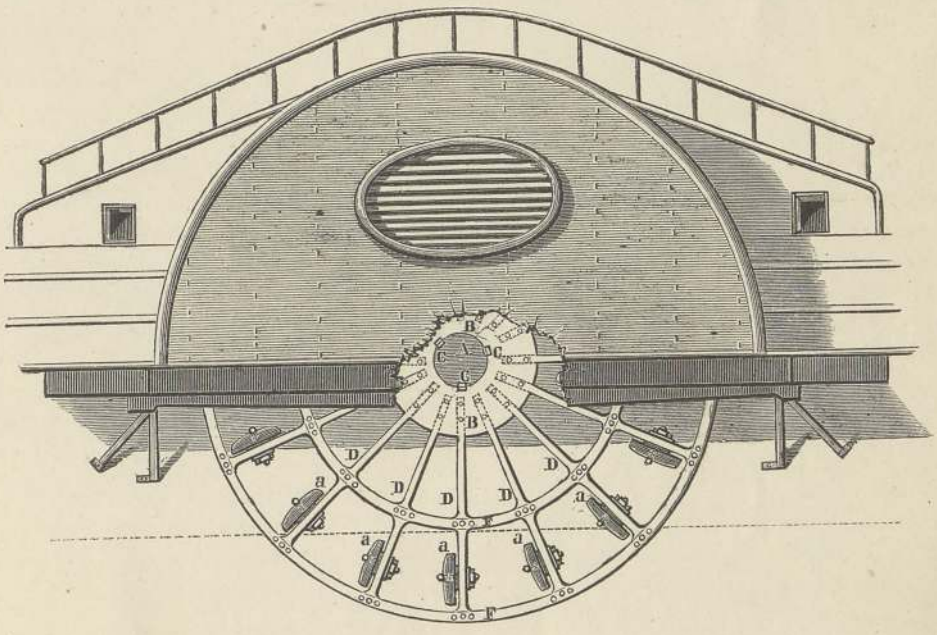
BROEN VED RIGIBANEN.

Th. Bergh's lith. Inst.

DAMPMASKINENS HISTORIE,

AF

KARL SCHMIDT,
CAND. MAGIST., ADJUNKT.



ODENSE.

FORLAGT AF HEMPELSKE BOGHANDEL (S. F. HELM-PETERSEN.)

1874.

POLYTEKNISK
Teknisk Bibliotek
LÆREANSTALT

TRYKT I FYENS STIFTSBOGTRYKKERI HOS J. C. DREYER.

INDHOLDSFORTEGNELSE.

Fortale 3

DAMPMASKINEN.

FØRSTE KAPITEL. Side.

Tidligste Forsøg over Dampkraft. Hero. Garay. Salomon de Caus. Branca. Marquien af Worcester. Kircher 5

ANDET KAPITEL.

Læren om Lufttrykket. Galilæi. Torricelli. Pascal. Otto von Guericke 12

TREDIE KAPITEL.

Papins Arbejder. Saverys Dampmaskine 17

FJERDE KAPITEL.

Yderligere Forbedringer ved Saverys Maskine. Blakey. Newcomen og Cawley. Humphry Potter. Beighton. Desaguliers. Fitzgerald. Payne. Smeaton. Leupold 26

FEMTE KAPITEL.

Thermometret. Drebbel. Renaldini. Fahrenheit. Réaumur. Celsius. Black's Arbejder over bunden Varme og Fordampning 32

SJETTE KAPITEL.

Watts første Arbejder. Princípet for den *enkeltvirkende Dampmaskine.* Roebuck. Bolton. Cornwallmaskinen 37

SYVENDE KAPITEL. Side.

Forskjellige Apparater, henhørende til den forbedrede Dampmaskine. Parallelogram. Sol- og Planethjnl. Svinghjul og Krumtap. Centrifugalregulator. Den *dobbeltvirkende Dampmaskine.* Glider. Excentrisk Skive. Propper. Firegangshane. Rotatorisk Maskine. Watts sidste Leveaar 47

OTTENDE KAPITEL.

Højtryksmaskinen: Evans. Maudslay. *Høj- og Lavtryksmaskinen:* Hornblower. Woolf 59

NIENDE KAPITEL.

Kjedlen og dertil hørende Apparater: Vandstandsmaalere. Forsyningsapparater. Sikkerhedsapparater. Trykmaalere. Damprummet. Kjedelsprængninger. Foreninger til deres Forebyggelse 65

TIENDE KAPITEL.

Enkelte Maskindele: Damprør. Glidere. Cylinder. Stempel. Fortætter 87

ELLEVTE KAPITEL.

Expansion. Hestekraft. Indikator. Maskinernes Kraft. Deres Klassifikation. Typer. Nyere Princíper for Dampdriften. Udbredelse 95

DAMPSKIBENE.

FØRSTE KAPITEL.

Første Forsøg i Retning af Dampsejlads. Blasco de Garay. Papin. Savery. Jonathan Hulls. Daniel Bernouilli hævder Muskelkraft fremfor Dampkraft; modsiges af Gauthier. Genevois's Palmipede. Frugtesløse Forsøg af d'Auxiron og Follenai. Périer. Jouffroy d'Abbáns begynder sine Forsøg med Palmipeden. Overvinder Vanskelighederne. Sejlads paa Saônen 11

Side.

ANDET KAPITEL.

Forsøg over Dampsejlads i Skotland: Patrick Miller. James Taylor. William Symington. Fultons Forløbere i Amerika: John Fitch og James Rumsay..... 130

TREDIE KAPITEL.

Robert Fulton. Sammentræf med Rumsey. Stanhopes Forsøg. Ophold i Frankrig. Torpedoer. Symington. Livingston. Forsøg med Dampbaad paa Sejnen. Henvendelse til Bonaparte. Nyt Ophold i England. Afrejse til Amerika. 138

FJERDE KAPITEL.

Fultons første Dampbaad *Clermont*. Regelmæssig Fart mellem New-York og Albany. Grundlæggelsen af Amerikas Dampskibsflaade..... 150

FEMTE KAPITEL.

De første Dampbaade i Europa. Henry Bell's *Komet* i Skotland. Dawson. Jouffroys Dampbaad *Charles Philippe* i Frankrig. *Elise* gaar over Kanalen. Dampsejladsen i Danmark. *Caledonia*. Liste over danske Dampskibe. Den danske Dampkrigsmarine..... 155

SJETTE KAPITEL.

Den transatlantiske Dampskibsfart. *Savannah* gjør det første Forsøg i 1819. Samtidige Betragtninger over Muligheden og Fordelagtigheden af en regelmæssig Dampskibsforbindelse mellem England og Amerika. *Great-Western* og *Sirius* gaa over i 1838..... 165

SYVENDE KAPITEL.

Dampskibskjedler. Sikkerhedsventiler. Udblæsningsrør. Brinepumpe. Salinometer. Overfladefortætning. Dampskibsmaskinerne..... 171

OTTENDE KAPITEL.

Bevægelsesapparater: *Skovlhjul*. Morgan. *Skrue*. Dallery. Delisle. Ressel. Sauvage. Ericsson. Francis P. Smith. Nærmere om Skruen..... 181

LOKOMOTIVET OG JERNBANERNE.

FØRSTE KAPITEL.

Første Forsøg over Dampkjørsel. Watt. Cugnot. Oliver Evans. Trevithick og Vivian ... 200

ANDET KAPITEL.

Sporvejene. Trevithick og Vivians Dampvogn paa Merthyr-Tydvil Sporvejen i Syd-Wales. Blenkinsops Lokomotiv med Tandhjul. Chapmans Kjæder. Bruntons Lokomotiv med Ben. Blackett bestemmer Gnidningsmodstandens Størrelse. Stephensons Lokomotiver. Seguins Rørkjedler. Udblæsningsrøret. Stephenson.. 207

TREDIE KAPITEL.

Anlægget af Jernbanen mellem Liverpool og Manchester. Konkurrencen i Liverpool. Robert Stephensons Lokomotiv *Raketten*. De engelske Jernbaneliniers Opkomst og senere Udvikling. 215

FJERDE KAPITEL.

St. Etienne-Lyon Banen. Videre Udvikling af de franske Jernbaner. Tyskland. Forenede Stater. Pacifikbanen. Danmark. Almindelig Oversigt..... 223

FEMTE KAPITEL.

Lokomotiverne: Kjedel og Fyrsted. Udblæsningsrør. Sikkerhedsventil. Maskine. Tender. Stephensons Styring. Klassifikation. Crampton. Engerth..... 234

SJETTE KAPITEL.

Driftsmateriel..... 247

SYVENDE KAPITEL.

Foreløbige Arbejder ved Anlægget af Banen. Afstikningen. Nivellement. Stigninger. Krumninger. Jordarbejderne. Udskjæringer. Tunneler. Mont-Cenis Tunnelen. Broer. Viadukter..... 250

OTTENDE KAPITEL.

Sporet. Svellerne. Skinnerne. Overkjørsler. Sporskifter. Sporkrydsninger. Drejeskiver. Skydebroer. Sænkgruber. Signaler..... 266

NIENDE KAPITEL.

Ulykkestilfælde paa Jernbanerne. De fornemste Aarsager til dem. Alarmklokke. Statistike Oplysninger..... 274

TIENDE KAPITEL.

Almindelige Bemærkninger. Nye Systemer. Jouffroy. Centralsystemet. Séguier. Fell. Banen over Mont-Cenis. Rigibanen. Wetlis System. Arnouxs Undervogn..... 281

LOKOMOBILERNE.

Side.

FØRSTE KAPITEL.

Lokomobilernes Fremkomst. Lokomobiler til industrielt Brug. Hermann-Lachapelle. Landbrugslokomobilet. Calla. *Clayton, Shuttleworth & Comp.* 302

ANDET KAPITEL.

Dampkraften i Landbrugets Tjeneste. Tærskning. Stirling. Ilderton & Smart. Osley. *Meikle.* Svensk, skotsk og engelsk Tærskemaskine. Den kombinerede Damptærskemaskine. Dampplojning. *Fowler.* Smith. *Howard.* Barrats Dampgrubber. Damptromle. Vejlokomotiver. Gurney. Dietz. Seguier. Lotz ainé. Thomson. Vejlokomotivet Vendsyssel 309

DAMPMASKINENS AFLØSERE.

(TILLÆG.)

Kraftmaskiner for smaa Bedrifter 334

Register ..... 343.

Alle i dette Værk forekommende Angivelser af Maal og Vægt ere, naar andet ikke udtrykkelig er bemærket, at forstaa som danske Fod og Pund. Temperaturerne ere angivne efter Celsius's Thermometer.

DAMPMASKINENS HISTORIE

AF

KARL SCHMIDT.

Fortale.

I Februar og Marts 1869 holdt jeg i Kjøbenhavns Industriforening en Række Foredrag over Varmen og havde i Løbet af disse Foredrag Lejlighed til at komme ind paa Dampmaskinen og meddele en Række historiske Oplysninger om den og de Mænd, der havde givet sig af med den. Den Interesse, dette vakte, og den synlige Velvillie, hvormed det blev modtaget, gav mig Lyst til siden vidtløftig at udarbejde samme Æmne. Jeg fandt imidlertid under mit Ophold i Kjøbenhavn kun ringe Lejlighed til at give mig af med dette Spørgsmaal; først efter min Ansættelse her ved Skolen har jeg kunnet føre Planen igjennem, og det er da Resultatet af mine Undersøgelser i den Retning, jeg her forelægger Publikum.

De Oplysninger, jeg dengang meddelte Industriforeningens Medlemmer, vare væsenlig hentede fra 1ste Bind af et da endnu ikke sluttet Værk af den meget frugtbare franske Forfatter Louis Figuier: Les merveilles de la science, og jeg havde taget det, som jeg iforvejen ikke kjendte synderlig til, paa Tro og Love, idet jeg dengang ikke havde Grund til at tvivle paa denne Forfatters Korrekthed og Alvorlighed.

Anderledes forholdt det sig derimod, da jeg nu baade agtede at følge samme Plan og hovedsagelig samme Omfang for Fremstillingen, som han havde fulgt, at benytte de vigtigste af hans Illustrationer og især at hente saadanne Oplysninger fra ham, som jeg enten ikke kunde faa fra Kilderne eller gjennem samstemmende Beretninger. Da var han i Mellemtiden bleven den danske Læseverden bekjendt ved nogle Oversættelser; Dagspressen havde gjort meget stærke Angreb paa hans Troværdighed og Samvittighedsfuldhed og svækket Tilliden til ham, hvor aandrig han saa forresten maatte være, og hvor let og behagelig han kunde skrive. Jeg maatte da gaa ham meget omhyggelig igjennem, sammenligne, hvad han havde givet, med de mig tilgjængelige Kilder eller samstemmende Udtalelser af andre, og det har jeg gjort.

Jeg fandt da, at nævnte Forfatter i det, det kommer an paa, er korrekt; den værste Anke, jeg kan gjøre mod ham, er den samme, man vel ganske almindelig kan gjøre mod alle franske ikke strængt videnskabelige Forfattere, at de for Effektens Skyld forfalde til en vis Flothed, og at de, for at fremkalde smukke Overgange og indsmugle aandrige Bemærkninger, ikke just præcisere, hvad der er at fremhæve, men i utilbørlig Grad lægge an paa at forbavse, medens dog selve Kjendsgjerningen anføres rigtig. Dette sidste har jeg ialfald fundet; jeg har ikke set nogen Fejl i alt, hvad jeg har kunnet verificere, og derfor har jeg med Tillid benyttet de af ham anførte Oplysninger, jeg ikke kunde erholde andetstedsfra.

At jeg ellers har benyttet alle de mig tilgjængelige Skrifter, der behandle samme Æmne, er en Selvfølge; jeg har øst baade fra Kilder, fra Samlinger, fra Tidsskrifter og Blade, og jeg tror at have leveret en Bog, der i alt væsenligt er korrekt.

At jeg maaske har dvælet noget vel længe ved Fremstillingen af de physiske Loves Tilbliven, vil man vist ikke tage mig fortrydelig op; jeg har gjort det, fordi det jo baade i og for sig er interessant, og fordi det gav mig Lejlighed til udførlig at paavise Teknikens Udvikling Skridt for Skridt med Videnskaben.

Jeg forelægger nu Publikum Bogen med den Forsikring, at der ikke er sparet hverken Tid eller Møje paa den, og i det Haab, at den maa møde Velvillie og Imødekommen.

Odense i Juli 1872.

Karl Schmidt.

DAMPMASKINEN.

FØRSTE KAPITEL.

TIDLIGSTE FORSØG OVER DAMPKRAFT. — HERO. — GARAY. — SALOMON de CAUS. — BRANCA. MARQUIEN AF WORCESTER. — KICHER.

Naar man vil gjøre sig bekjendt med de forskjellige Opfindelsers Historie, møder man i Reglen, strax til at begynde med, en stor Vanskelighed, den nemlig at faa Rede paa selve Begyndelsen, at faa afgjort, hvor og af hvem Begyndelsen er gjort. Det gaar nemlig gjerne saaledes, at naar man har faaet Hold et Sted og mener, foran dette ligger intet denne Sag vedkommende, saa træffer man en skjønne Dag en Udtalelse, der indeholder noget, som dog mer eller mindre fjernt angaar Spørgsmaalet; og er det saa tilmed en af de store Opfindelser, saa kan man være forvisset om, at der fra vedkommende Person, eller hvis han er død selv for mange Hundrede Aar siden, da fra hans Landsmænds Side gjøres Krav paa Æren for Hjemstedsret til Opfindelsen, og det vel endog med desto større Haardnakkethed, jo længere det er siden, den enkelte Udtalelse eller det enkelte Forsøg, man vil holde sig til, ligger tilbage i Tiden.

At det nu er saadan, kan man overmaade godt forstaa; enhver vil holde paa sit eget, og enhver vil gjerne regne de store Mænd til sine Landsmænd; derfor stredes jo i Oldtiden syv Byer om den Ære at have været Homers Fødested. En anden Sag er derimod Argumenterne, og det er som oftest saare vanskelig, selv for den, der vil være nok saa upartisk, at se, hvilket der er det vægtigste, fordi just Ulykken er, at intet i og for sig er Sagens Kjærne, men at de derimod alle tilsammen udgjøre Opfindelsen, saa at hvert er et betydningsfuldt Element, fremkommen rigtignok hvert paa sin Tid og fra forskjellige Hænder, der nu imidlertid alle paaberaabe sig at have givet den første og vigtigste Impuls. De store Opfindelser fødes nemlig kun yderst sjelden i et Øjeblik og i en Mands Hoved; de bygges lidt efter lidt, idet der her laves en Sten, hist en anden, indtil den rette Bygmester kommer, der samler dem til det Hele, vi saa faa som den fuldstændige Opfindelse.

Dette gjælder i fuldeste Maal om Dampmaskinen, denne Civilisationens mægtige Løftestang. Den er ved mangfoldige Mænds forenede Anstrængelser først langsomt, siden med rivende Hurtighed gaaet frem til sin nuværende Skikkelse, og da den saa viste sig at være noget endog ualmindelig betydningsfuldt, saa kom Kravene fra hver enkelt, der havde bidraget sit til den eller endog kun virket i beslægtede Retninger, og det uafhængig af, om han fra første Færd i det, han gav, havde set noget, der kunde yderligere anvendes, og uafhængig af, om det, selv om Dampmaskinen aldrig var bleven til, havde været noget i og for sig be-

tydningsfuldt, medens det nu er af Betydning for den færdige Maskine.

Vi tro ikke, man bør slutte sig til dem, der se Dampmaskinens Opfinder i den, der først gav et Element; for os stiller det sig saaledes, at der ikke kan tales om Dampmaskine, førend der virkelig foreligger en Maskine, der baade har den for Maskiner overhovedet væsenligste Betingelse at være praktisk anvendelig og at være baseret paa de Principer, vi nu benytte i Maskinen. Derfor kunne vi endnu mindre i dem se Dampmaskinens Ophavsmænd, der have angivet Apparater, der vel virke ved Hjælp af Damp, men hvori dog Dampen virker paa en hel anden Maade, ja uden at det netop er det væsenlige, at det er Damp, som virker.

Vi kunne saaledes f. Ex. ikke gaa ind paa, at Dampmaskinen fødtes i Oldtiden, fordi der fra den Tid foreligger et Dampapparat, men uden at Damp deri er det væsenlige, og uden at man endog dengang havde Begreb om, hvad Damp var. Ikke fordi vi mene, at det er nødvendig, at de Love, hvorpaa Apparaterne hvile, først maa være klarede, — Pumper og Hæverter o. s. v. vare jo i Brug længe før Lufttrykket var bekjendt — men fordi som sagt en anden Anvendelse af Kraften ikke forekommer os at have mere med Sagen at gjøre, end den Omstændighed, at et nylig slukket Lys udsender brændbare Luftarter, har med Gasbelysningen at bestille; ingen har dog nogensinde paastaaet, at den, der først saa det, var Gasbelysningens Fader.

Naar der da her som Indledning skal omtales de vigtigste af den Slags Apparater, da er det dels for at give en Udsigt over, hvad der var udrettet i Retning af Dampkraft, inden Maskinen kom frem, dels for at paapege, hvorfor disse Apparater ikke med Rette kunne kaldes Dampmaskiner.

Vi begynde med Hero fra Alexandrien, Opfinderen af det ovenomtalte Dampapparat. Hero levede omtrent 150 Aar f. Chr., og han var en af Oldtidens fortrinligste Mathematikere og Mekanikere. Af hans mange Skrifter findes blandt andre bevaret Brudstykker af et, kaldet Spiritalia, og det er i dette Skrift, at man har villet finde den første Ide til en Dampmaskine. Den Text, man beraaber sig paa, lyder saaledes:

„Ved at opvarme en Gryde at faa en lille Kugle til at rotere om sin Axe. — AB (Fig. 1) er en med Vand halvfyldt Gryde, som skal varmes op. Den lukkes med Laaget CD, igjennem hvilket gaar et Rør EFG, hvis ene Ende G forlænger sig ind i den lille hule Kugle H i Retning af en Diameter. Paa det diametrelt modsatte Punkt sidder en Tap, der bæres af den ligeledes paa Laaget fastgjorte bøjede Stang LM; i Retning af en paa den første lodret Diameter udgaa fra Kuglen G to Rør, der ere bøjede retvinklet, den ene i modsat Retning af den anden. Naar da Gryden varmes op, vil Dampen gaa ind i Kuglen gjennem EFG, og naar den strømmer ud gjennem de bøjede Rør, vil den bringe Kuglen til at rotere paa samme Maade som de Automater, der danse rundt."

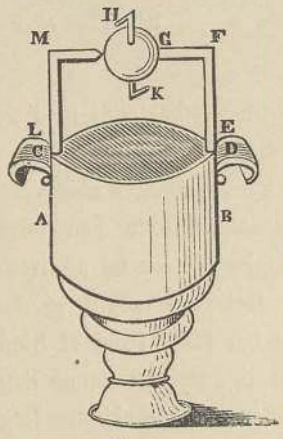


Fig. 1.

Denne sidste Sætning refererer sig til de foran i Bogen beskrevne Apparater, som ere Mekanismer, der ved Hjælp af fortættet eller fortyndet Luft kunne bringe Automater til at blæse paa Trompet eller faa Smaafigurer til at danse rundt, og man ser, at Forfatteren netop ved at skrive denne Sætning ikke udgiver sit Apparat for andet end et Legetøj, endsige da for at indeholde Spiren til en Bevægekraft.

Men dertil kommer, at Apparatet aldeles ikke er baseret paa Dampens Spændkraft, saa-

ledes som Dampmaskinen er, ja det er endog aldeles uvæsenlig for dets Gang, om det overhovedet er Damp, som virker. Fortættet Luft vilde kunne gjøre akkurat det samme, og andet har heller ikke kunnet være Herons Mening af den simple Grund, at hverken han eller hans Samtid havde mindste Kjendskab til Begrebet Damp. De saa i Fordampning kun en Overgang fra Vædske til Luft, hvorfor der ogsaa i hele den øvrige Del af Bogen kun henpeges paa Virkningen af fortættet eller fortyndet Luft, det vil sige, Forfatteren saa i alle sine Apparater kun Modifikationer af det, der endnu bærer hans Navn, Heronskuglen.

For at finde de næste Bemærkninger om saadanne Indretninger, i hvilke man har villet se Ideer til Dampmaskinen, maa man gaa adskillige Aarhundreder frem i Tiden, nemlig til Midten af de 16de Aarhundrede. Da skal der i Barcelonas Havn være anstillet nogle Forsøg, som endogsaa ikke gik ud paa mindre end at bevæge Skibe ved Hjælp af Dampkraft. En Søkaptain ved Navn Blasco de Garay skal nemlig i 1543 have opfundet en Maskine, som han af Kejser Karl den 5te fik Befaling nærmere at prøve, og Forsøgene skulle være gjorte i Overværelse af en kejserlig Bedømmelseskommission, som udtalte Ros over Opfindelsen og indstillede Opfinderen til Belønning. Hvorledes imidlertid Maskinen var indrettet, omtales ikke; man saa kun en stor Kjedel, derhos Hjul paa Skibets Sider, Resten var skjult, man kunde ikke gjøre sig nogen Forestilling derom. Kun saameget angives, at det var et kostbart Apparat; men arbejde kunde det, og det endog saa vel, at det drev Skibet frem med en Hastighed af 2 Mil i 3 Timer.

At der nu naturligvis ikke kan gives ringeste Oplysning om, hvorledes alt dette gik til, er allerede af det foregaaende klart; om det overhovedet har været baseret paa Damp eller hvorpaa, det er aldeles ubekjendt. Men saameget er vist, at man ikke senere benyttede Opfindelsen, hvilket ialfald ikke taler til dens Gunst, uagtet Opfinderen blev belønnet.

Fra Slutningen af samme Aarhundrede skriver sig et andet Apparat, med hvilket der, som det synes, har været experimenteret meget, og som har gjort en Del Opsigt, nemlig Æolipylen eller Vindkuglen, der første Gang findes beskrevet af en vis Mathesius 1597. Dette Apparat, der jo endnu den Dag idag findes i enhver physisk Samling, er som bekjendt en Kjedel med meget snever Aabning. Kjedlen fyldes med Vand eller anden Vædske, og naar denne da bringes i Kog, ville Dampene fare ud af Aabningen. Lukkes Aabningen ville de indesluttede Dampe sprænge Kjedlen, og ganske vist faar man saa en Virkning af Dampkraft, men det er lige saa urimelig at tilskrive de Folk, der have experimenteret med saadanne Sprængninger — hvad enten disse nu have været foretagne i det smaa eller i det store — Æren for Dampmaskinens Opfindelse, som det er at tilskrive Hero denne Opfindelse, thi ingen af dem har i Forsøgene set andet, end hvad Hero saa i sit, Virkning af fortættet Luft, frembragt rigtignok ved Varme.

Det er da altsaa ganske vist, at man lige til Slutningen af det 16de Aarhundrede ikke kan paapege noget Apparat, der i sig indeholder Spiren til Dampmaskinen. Det kunde heller ikke let være andet, thi det er overhovedet først fra den Tid, man lagde sig efter Physik. Vel havde Kopernikus alt givet en mægtig Impuls, og vel var det ham, der længe før vakte Aanderne, — først i denne Periode er det dog, de mange Lærde træde frem, der ved enstemmig at hævde Erfaringens Vidnesbyrd fremfor Fortidens Gisninger og tomme Spekulationer, kaldte Videnskaben tillive. Baco i England, Torricelli og Galilæi i Italien, Tycho Brahe hos os, Keppler og Guericke i Tyskland, og alle de mange andre, som fra nu af berigede Videnskaben med deres glimrende Opdagelser, dem var det, der gave denne Tid dens videnskabelige Præg, der

bragte Fremskridt, hvor der hidtil havde været Stilstand.

Men kan da end dette Tidsrum saaledes betegnes som det, der skabte Physiken som Videnskab, saa forløb der dog endnu rigelig et halvt Aarhundrede, inden de rigtige Principer trængte helt igjennem, og det er først fra Midten af det 17de Aarhundrede, at man kan sige, at hele det gamle Spekulationssystem forsvandt, vigende Pladsen for den eneste Methode, der kan føre en Erfaringsvidenskab fremad.

I denne den første Overgangsperiode i Physikens Historie falder nogle Forsøg, som vi noget udførligere skulle omtale.

Vi begynde med Salomon de Caus, hvis Navn saa almindelig knyttes til Dampmaskinens Opfindelse, og som et Par Aarhundreder efter sin Død har opnaaet en Ære, Samtiden aldeles ikke skjænkede ham. Han blev født i Normandiet 1576, lagde sig fra sin tidligste Ungdom efter Mathematik, opholdt sig i flere Aar i England, hvor han var Tegnelærer for Prindsesse Elisabeth, begav sig, efterat hun var bleven gift med Kurfyrsten af Pfalz, til Tyskland, og blev ansat i Kurfyrstens Tjeneste som Bygmester og Ingeniør. I denne Egenskab ledede han Opførelsen af Slottet og Anlægget af Haverne i Hejdelberg; samtidig dyrkede han Videnskaberne og optraadte som Forfatter af flere Bøger, blandt andre en om bevægende Kræfter.

Ti Aar forblev han i Kurfyrstens Tjeneste, og først 1623 rejste han hjem til Frankrig, hvor han kom til at arbejde for Ludvig XIII som Leder af dennes Byggeforetagender i Paris. Han forblev i Paris til sin Død 1630 og blev efter et i 1862 fundet Dokument begravet paa en nu nedlagt Kirkegaard, paa hvis Plads en Gade efter kejserlig Befaling kom til at bære hans Navn.

Dette er i korte Træk den Mands Levnetsbeskrivelse, hvem Nutiden har villet stille op som Dampmaskinens Opfinder, som har faaet en Berømmelse, ingen tænkte paa at yde ham i levende Live, om hvem man har fortalt Historier om Ulykker og Savn, som han i Virkeligheden slet ikke led, og hvem man endelig har villet gjøre til Offer for en Miskjendelse, som han aldrig har maattet døje. Vi skulle nu først kaste et Blik paa hans Arbejder og derefter fremstille den Maade, hvorpaa han er bleven gjort Nutiden berømt.

Hans alt nævnte Bog handler langt mindre, end man efter dens Titel skulde tro, om Kræfter, der sætte Maskiner i Bevægelse. Den begynder med at omhandle Vægtstænger, Tridser, Tandhjul og Skruer; derefter beskrives visse Apparater, som kunne løfte Vand op, og efterat alt dette er gjort færdig paa nogle faa Sider, handler Resten om Indretningen af kunstige Grotter, Springvand, Lysthuse og Orgler, altsammen Ting, som man ellers ganske vist ikke vil indordne under Begrebet bevægende Kræfter. Imidlertid — det er i denne Bog man finder de Udtalelser, der skal indeholde Opfindelsen; man vil selv kunne dømme.

„Luften", siger Salomon de Caus i Indledningen, „er et koldt, tørt og let Element, som kan presses sammen og igjen udvide sig med stor Kraft.... At den er let, kan man se deraf, at hvormeget Luft der saa end er i en Flaske, saa vejer denne dog derfor ikke mere; og hvad angaar, at den kan presses sammen, saa skal jeg give et Exempel derpaa" — og saa følger Beskrivelse af et Apparat, som bestaar i en lufttæt Kobberkasse, gjennem hvis Laag gaar et Rør, der munder ud lidt over Kassens Bund. Helder man Vand gjennem Røret, saa presses Luften inde i Kassen sammen, og naar Røret er meget langt, vil Trykket kunne bøje Kassens Sider udad. Dette viser, at Trykket er meget stort, „men dets Størrelse forøges endnu mere, naar Vandet ved Hjælp af Varme bringes i Luftform, og naar denne Luft er helt indesluttet;" thi tager man Røret ud og sætter en Prop i Hullet og saa tænder Ild under Apparatet, „saa bliver Trykket saa

voldsomt, at Kassen springer i tusinde Stykker med et stort Knald."

Dette er det ene af de Steder i de Caus Bog, hvorpaa man har villet bygge hans Hæder, men vi behøve neppe at gaa videre ind paa den Sag, end henvise til de føromtalte Forsøg med Vindkuglen, for at blive enige om, at der paa Grundlag af dette Sted er lige saa ringe Grund til at forevige ham som alle de andre, der have gjort lignende Forsøg.

Det andet Sted findes iblandt „Theoremerne", som anføres foran „de Midler, man har til at løfte Vand op over dets Niveau". Han udsiger først to Theoremer vedrørende dette Spørgsmaal og fortsætter derpaa: „Vand kan ved Hjælp af Varme bringes til at stige over sit Niveau. Det tredie Middel til at løfte Vand op er da Varmen, og man kan indrettte sig adskillige Apparater, der vise dette; jeg skal beskrvie et. Lad A (Fig. 2) forestille en Kobberkugle, som maa være fuldstændig luft-

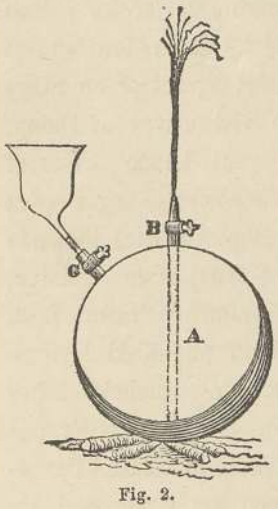


Fig. 2.

tæt, og lad C betegne en Hane, gjennem hvilken man kan helde Vand i Kuglen, AB endelig et Rør, som er loddet til Kuglens Overkant og hvis nederste Ende naar omtrent til Bunden. Naar man da fylder Kuglen med Vand, lukker Hanen godt og sætter hele Apparatet over Ilden, saa vil den Varme, Ilden afgiver til Kuglen, bringe Vandet til at stige op gjennem Røret AB".

Dette er Salomon de Caus Apparat, og det er det, som Arago, og saare mange med ham, kalde „en virkelig Dampmaskine, som kan bruges til Vandudtømninger"; men ser man rigtig til, er det Arago selv, der laver denne Kugle om til en Dampmaskine. Thi naar han i sine Notices scientifiques siger: „Naar Damptrykket har virket i Salomon de Caus Maskine, fylder en Arbejder nyt Vand i igjennem en paa Kuglens Overdel anbragt Hane, der kan aabnes og lukkes efter Behag" — saa lægger han aabenbart her noget ind i det hele, som Salomon de Caus ganske vist aldrig har tænkt sig. Thi for det første staar det hele blandt Theoremerne og ikke blandt Maskinerne, og for det andet gjør de Caus ikke nogensomhelst Hentydning til en saadan Brug af Apparatet, hvad man kan være overbevist om, han vilde have gjort, hvis saa var, ligesaa vel som han ved at omtale sine andre Maskiner meget detailleret gjennemgaar deres Indretning, Ventilernes Plads, Rørenes Stilling, Beholdernes Antal o. s. v. kort sagt alt, hvad der vedrører deres Gang.

Der kan da saaledes ikke være Tale om paa Grundlag af dette at holde paa den gjængse Mening om Salomon de Caus, at han var en Lærd af første Rang, hvis eminente Geni opfandt Dampmaskinen et Aarhundrede, førend den virkelig kom i Gang, — og det kunde vel heller ikke være afvejen, om man en Gang for alle blev enige om at banlyse af Historien Fortællingerne om de eminente Genier, der dukke op og lyse med en Glands, som deres Samtid ikke fatter, der erklæres for vanvittige, fordi de ikke forstaaes, der kunne undfange Tanker, som først tilhøre senere Perioder, — kort og godt alle de Fortællinger, der ere tilskaarne efter samme Mønster, som den, der saa længe har gaaet og gjældt om Salomon de Caus, og som fra ham er bleven typisk for de store Opfindere.

Vi skulle nu vise, hvorledes den er kommen frem.

I November 1834 offentliggjorde Bladet Musée des familles et Brev, som det udgav for ægte. Brevet var dateret 3die Februar 1641, og skulde være skrevet af Marion Delorme, en paa den Tid meget bekjendt fransk Dame, til Cinq-Mars. Det indeholdt en detailleret Be-

retning om et Besøg, hun sammen med Marquien af Worcester skulde have aflagt i Hospitalet Bicêtre, og det fortalte navnlig, hvorledes de to Tourister ved at gaa over Gaarden fik Øje paa en gammel Mand, som sad bag et tilgittret Vindue, og hvis hele Udseende og Opførsel røbede den fuldstændigste Galskab. Han raabte til alle, som kom ham nær, at han havde gjort en vidunderlig Opfindelse, han havde nemlig fundet paa at sætte Vogne i Bevægelse ved Hjælp af kogende Vand. Marquien var bleven ude af sig selv ved at se den Ulykkelige og over den Miskjendelse, der var bleven ham til Del, og nu tilskrev hun Cinq-Mars desangaaende.

Dette Brev var fra Ende til anden opdigtet; det var bleven skrevet af en af Bladets Redaktører Henry Berthoud, og de nærmere Omstændigheder dermed vare følgende.

Bladets Opgave var at levere sine Læsere illustrerede Noveller, og blandt andre Tegnere, som arbejdede for det, var Gavarni, der just dengang skulde levere Illustrationer til en af Fortællingerne. Han var imidlertid først saa sent bleven færdig med sin Tegning, at Novellen kom ud uden Illustration, og nu henlaa da den smukke Tegning uden Anvendelse. Saa fik Berthoud i Kommission at skrive en Text til Billedet, og han opfandt da den hele Historie, gav den Gale Salomon de Caus Navn, og fra det Øjeblik blev Salomon de Caus en berømt Person. Romanforfattere, Skuespildigtere og Malere kastede sig over det interessante Sujet, og idet hver af dem gav det sin digteriske Udsmykning, blev tilsidst Legenden færdig om den geniale de Caus, der paa Kongens Befaling og som Følge af Richelieus Misundelse maatte forsmægte i et Galehus.

Dette skete som sagt i 1834, og det fik mærkelig nok Lov at staa uimodsagt lige til 1847, da et andet Blad begyndte at rode op i Sagen og gaa Historiens Forfatter saa stærkt paa Klingen, at han efter adskillige Udflugter maatte erkjende, at han havde gjort sig skyldig i denne „uskyldige Mystifikation", som ikke engang har saameget historisk sandt til Grund, at Kongen har været unaadig stemt mod sin Bygmester, thi af et i 1864 fundet Dokument fremgaar det, at baade Kongen og Richelieu vare ham bevaagne.

Efter alt dette tør man da vel vente, at den hele meningsløse Historie maa høre op at gaa igjen i Bøgerne som historisk Kjendsgjerning.

Fra samme Tid som Salomon de Caus arbejdede i Frankrig, foreligger fra Italien nogle Forsøg, i hvilke Italienerne ville se Dampmaskinens Opfindelse, for derved at hævde deres Fædreland Æren for denne epokegjørende Begivenhed. Der findes nemlig fra Bygmesteren Giovanni Brancas Haand et i 1629 udgivet Skrift, hvori omtales et Apparat, som skal udgives for en Dampmaskine. Det er en stor Vindkugle, som, naar den opvarmes, sender en Dampstraale ud paa Skovlerne af et i dens Nærhed anbragt Skovlhjul. Men foruden nu det, at dette Apparat slet og ret er en Slags Vindmølle, der ganske vist drives af Damp, men akkurat lige saa godt kunde drives af en Luftstrøm fra en Blæsebælg — og Branca beskriver i samme Bog netop et aldeles lignende Apparat, som er sat fast ovenpaa en Skorsten, og drives af den udstrømmende varme Luft, altsaa som de smaa Dukker paa Kakkelovnene — saa har det i sit Princip intetsomhelst fælles med Dampmaskinen, der jo netop hviler paa Virkningen af en fuldstændig indesluttet Dampmængde, medens Dampen her virker ved sin Udstrømningshastighed.

Det kan da lige saa lidt lykkes Italienerne at knytte Dampmaskinens Opfindelse til en af deres Landsmænd, som Franskmændene kunne gjøre sig til af, at Salomon de Caus har opfundet den, og som Englænderne kunne paaberaabe sig en tredie Samtidig af de to nævnte, Marquien af Worcester, hvem de paa en

enkelt Undtagelse nær ere enige om at opstille som den, hvem den første virkelige Dampmaskine skyldes.

Marquien af Worcester, en Adelsmand fra Karl den 2dens Tid, udgav 1663 en Bog, kaldet Century of inventions, og deri udtaler han sig paa følgende Maade:

„Jeg har opfundet en besynderlig og højst kraftig Maade at løfte Vand op ved Ild, ikke ved Hjælp af nogen Pumpe, thi den virker, som Naturforskerne sige, kun intra sphæram activitatis, som blot har ringe Højde. Denne nye Maade har derimod ingen Grændse, hvis Karret ellers er stærk nok. Jeg har nemlig taget en Kanon, ladet et Stykke af den sprænge af, fyldt den omtrent tre Fjerdedele med Vand, derpaa sat Prop i og tilskruet Mundingen og Fænghullet, og saa tændt Ild under den og stadig holdt Ilden vedlige. Efter fireogtyve Timers Forløb sprang den med stort Knald. Da jeg imidlertid har udfundet en Maade at gjøre mine Kar meget stærke og at fylde dem det ene efter det andet, saa har jeg set Vand springe i en sammenhængende Straale 40 Fod i Vejret. Et Kar ved Ild fortyndet Vand formaar at drive 40 Kar koldt Vand i Vejret, og den Mand, der passer Apparatet, behøver kun at dreje to Haner, forat hvergang et Kar er tømt, et andet kan begynde at virke og atter fyldes med koldt Vand, og saaledes bestandig videre, naar blot Ilden stadig holdes vedlige, hvad samme Mand let kan overkomme i den Tid, der forløber mellem de Øjeblikke, han skal dreje de omtalte Haner."

Saaledes udtaler Marquien af Worcester sig, og herpaa skal som sagt hans Ære for Opfindelsen af den første virkelige Dampmaskine grunde sig. Dette kunne vi aldeles ikke gaa ind paa; thi ganske vist se vi overmaade vel, at der i de Ord, som der da overhovedet kan være Tale om at tillægge Betydning — „Hvergang et Kar er tømt, et andet kan begynde at virke og atter fyldes med koldt Vand og saaledes bestandig videre", — er udtalt en Tanke, som en Nutids Ingeniør kan realisere; men for det første har Marquien selv aldrig realiseret den, ikke engang givet nogensomhelst yderligere Anvisning, efter hvilken vi kunne stille en saadan Maskine paa Benene; og for det andet, skal man — uden at have nogetsomhelst andet at holde sig til, end de anførte Ord — gaa ind paa, at de udtale et anvendeligt Princip, saa se vi ikke rettere, end at Marquien maa vige Pladsen for Athanasius Kircher, der allerede i 1641 i sin Bog Magnes sive de arte magnetica angav og udførlig beskrev et Apparat, der forekommer os at være bygget paa det samme, Marquien saa saare dunkelt antyder.

Kircher har ogsaa et stærkt Metalkar, som fyldes med Vand og sættes over Ilden; Dampene ledes igjennem et Rør ind i et andet med Vand halvfyldt Kar, og ved det Tryk, de her udøve paa Vandet, bringe de det til at springe ud af et Udløbsrør, saa at man faar et Springvand, „hvis Straale", siger Kircher, „gaar tilvejrs med stor Kraft og er meget lystelig for Tilskuerne at se."

Vi formaa ikke at se andet, end at dette er ganske det samme Princip, som man uden vilkaarlige Tilføjelser maa faa ud af Marquien af Worcesters Ord, og Forklaringen paa hele Phænomenet er ogsaa ganske den samme. Det er ved Ild fortyndet Vand, som virker; det er den samme Bemærkning om Sprængning, naar Karret ikke er stærkt nok; der er den samme Angivelse af en Straale, der kommer med stor Kraft, men der er desuden Tegning og tydelig Beskrivelse, medens Marquien er gaadefuld og dunkel i sine Udtryk. Men om Kircher har aldrig nogen paastaaet, at han var Dampmaskinens Fader, ganske simpelt, fordi han udtrykker sig saa klart og bestemt, at man kan se, at hans Apparat ikke er andet end en Slags Heronskugle, medens Marquiens Ord kunne fortolkes efter Behag.

ANDET KAPITEL.

LÆREN OM LUFTTRYKKET. — GALILÆI. — TORRICELLI. — PASCAL. — OTTO von GUERICKE.

Det er allerede bleven bemærket, at Physiken som Videnskab først fødtes i det 16de Aarhundredes Slutning; før den Tid gaves der slet ingen Physik. Det er da altsaa dette og det følgende Aarhundredes Opdagelser, som bragte denne Videnskab de første Skridt fremad, og lagde Grunden til den Bygning, der nu er rejst. Og navnlig er det fra denne første Periode i Physikens Historie at enkelte Kjendsgjerninger, som hænge nøje sammen med denne Bogs Æmne, sloges fast, saa nøje, at vi anse det fornødent her nærmere at gaa ind paa dem.

Vi have nævnt Galilæi som en af dem, der gave Impulsen til Videnskabens Fremgang. Hans Liv og Virken, hans Lidelser og Ulykker som Følge af hans frimodige Optræden ligeoverfor de jesuitiske Magthavere ere almindelig bekjendte, ligesaa hans venskabelige Forhold til Storhertugen af Toscana, i hvem han fandt en mægtig Beskytter. Mindre bekjendt turde det derimod være, hvorledes der fra dette Forhold stammer en Opdagelse af største Vigtighed.

Storhertugen havde for at skaffe Vand til sine Anlæg ladet foretage dybe Brøndgravninger, og Meningen var nu den at pumpe Vandet op, og siden lede det videre. Men under Bestræbelsen herfor gjorde man den Iagttagelse, at Vandet imod Forventning ikke vilde stige i Pumperøret længere end til omtrent 33 Fod, og da Brønden var over 40 Fod dyb, var det altsaa umulig paa denne Maade at naa Hensigten. Man henvendte sig da til Galilæi, forat han kunde tage Sagen under Overvejelse og mulig fjerne Vanskeligheden, men forgjæves. Galilæi havde som hele hans Samtid nogle forunderlige Meninger om den Maade, hvorpaa Sugepumper virke; naar Stemplet løftes, følger Vandet efter, og det, som man mente, fordi Naturen havde Afsky for et tomt Rum, det vil sige, Naturen vil, fordi den ikke kan tillade noget Rum at være tomt, lade Vandet fylde Røret under Stemplet, og derfor stiger det. Men her forelaa nu et Forsøg, der uomstødelig godtgjorde, at denne Mening ikke i alle Tilfælde holdt Stik, og der var da intet andet at gjøre, end enten at antage den hele Anskuelse for urigtig eller ogsaa tilføje en ny Hypothese, nemlig at Afskyen havde en Grændse. Det første vovede Galilæi ikke, fordi han intet havde at sætte i Stedet; han valgte da det sidste, og forklarede ifølge deraf Forsøget saaledes, at Afskyen for det tomme Rum havde en Grændse paa 33 Fod, saaledes at en Vandsøjle af den Højde var den største, man kunde skaffe tilveje ved Hjælp af en Sugepumpe. Han mente, at Aarsagen laa deri, at en højere Vandsøjles Vægt var for stor til, at den kunde bære sig selv, idet han gjorde den Slutning, at ligesom en udspændt Snor kan gjøres saa lang, at den gaar itu ved sin egen Vægt, saaledes maatte noget lignende her være Tilfældet. At det, han selv i sine Skrifter havde lært, at en Flaske bliver tungere, naar den fyldes med fortættet Luft, kunde have noget med Sagen at gjøre, faldt ham ikke ind.

Det blev forbeholdt hans Elev Torricelli at give den rette Forklaring paa dette Phænomen. Evangelista Torricelli var gjennem et ivrigt Studium af Galilæis Skrifter bleven en af dennes mest hengivne Tilhængere, og var i sin Lærers sidste Leveaar kommen i nærmere Omgang med ham, hvilket efter Galilæis Død 1642 skaffede ham Storhertugens Udnævnelse som Professor i Mathematik i Florents, en Post, som Galilæi havde beklædt siden 1589. Paa den Tid, vi her omtale, opholdt Torricelli sig i Rom, og der fik han da Underretning om de alt anførte Uheld med Pumperne. Han gav sig strax i Forening med sin Ven og Meddiscipel Viviani til at tænke over Sagen og Viviani gjorde nu den Slutning, at den samme Aarsag, som bringer Vand til at stige i Pumperørene, maa ogsaa bringe enhver anden Vædske

f. Ex. Kvægsølv dertil. Men Forsøg derover maa lettere kunne anstilles med Kvægsølv end med Vand; thi naar den Aarsag, som virker, kan løfte en Vandsøjle paa 33 Fod, saa maa den Kvægsølvsøjle, den kan løfte, være lige saa mange Gange mindre end Vandsøjlen, som Vand er lettere end Kvægsølv, det vil sige omtrent 14 Gange mindre eller circa 29 Tommer. Torricelli smeltede da, for at prøve Slutningens Rigtighed, et Glasrør af omtrent 3 Fods Længde til i den ene Ende, heldte det fuld af Kvægsølv, lukkede den aabne Ende med Fingeren, vendte det om og satte den med Fingeren lukkede Ende ned i en med Kvægsølv fyldt Skaal. Da han derefter tog Fingeren bort, fandt han sine Forventninger fyldestgjorte. Kvægsølvet sank i Røret saa langt, at Højden af Søjlen, maalt fra Overfladen i Skaalen, beløb sig til omtrent 29 Tommer, akkurat som han havde forudset.

Dette Forsøg, der med andre Ord vil sige Opdagelsen af Barometret, blev gjort 1643, men blev først Aaret efter offenliggjort i et Brev til Mersenne, der dengang stod i Brevvexling med næsten alle Europas Naturforskere og Mathematikere. Af ham fik Pascal Nyheden, og denne udmærkede unge Lærde, der da kun var 23 Aar gammel, gav sig strax til at variere Forsøget og yderligere at undersøge Sagen, hvilken Undersøgelse han nedlagde i et Skrift, der først gjorde ham bekjendt som Physiker. Og dog traf Pascal endnu ikke det rette, thi han turde lige saa lidt som Galilæi bryde med den gamle Theori om Afskyen for det tomme Rum; han maatte indskrænke sig til foreløbig at angive dennes Grændse, som han imidlertid ved directe Forsøg efterviste, hvad Galilæi ikke havde gjort.

Den Tanke, som klarede det hele, kom først i 1647, og det fra Torricelli selv; han havde gaaet og spekuleret over Sagen, og var kommen til det Resultat, at de bekjendte hydrostatiske Love, overførte paa Luften, maatte kunne finde Anvendelse paa Problemet, og han udtalte da som sin Formening, at det var Trykket af den paa Overfladen af Kvægsølvet i Skaalen hvilende Luft, der formaaede at holde Ligevægt med den i Røret løftede Kvægsølvsøjle. Forsøg fik han ikke anstillet, thi Døden bortrev ham, og han naaede altsaa ikke at se Bekræftelsen paa og Anvendelserne af sin geniale Tanke.

Det blev Pascal, som kom til at vise den Vej, man skulde gaa. Torricellis Formodning blev ham nemlig meddelt, og i hans Haand fik Sagen nu en Fremgang, som giver et klart Bevis paa hans overlegne Aandsevner. Han havde ved Forsøg med to Rør, det ene indeni det andet, overbevist sig om, at Kvægsølvet i det inderste steg eller sank, eftersom han forøgede eller formindskede Lufttrykket i det yderste, og derved fik han den urokkelige Overbevisning, at Torricellis Mening var den rette, og at man aldeles maatte forlade den gamle Anskuelse. Men dog troede han at skylde et direkte Bevis for, at det virkelig forholdt sig saaledes, og dertil syntes ham intet mere egnet, end at foretage lignende Forsøg i forskjellige Højder over Jorden. Selv havde han ikke Lejlighed til at komme saa højt tilvejrs, som han troede var fornøden, han skrev derfor til sin Svoger Périer i Clermont, og bad ham foretage Forsøgene paa Bjerget Puy-de-Dôme i Nærheden af Clermont, et Bjerg, som hæver sig til en Højde af omtrent 4600 Fod.

Perier paatog sig med Glæde det ham givne Hverv, men fandt, trods Svogerens Anmodning om at skynde sig, ikke Lejlighed til at tage fat paa Forsøgene før et helt Aar efter. Først den 18de September 1648 kunde den lille Expedition, der skulde paavise en af Naturens hidtil skjulte Sandheder, sætte sig i Bevægelse. Vi skulle nu her ikke give nogen detailleret Beretning om det hele Foretagende, men indskrænke os til at anføre, at Forsøgene fuldkommen svarede til Forventningerne. Baro-

metret viste ved Bjergets Fod en Kvægsølvhøjde paa 27,18 Tommer, paa Toppen 23,94 Tommer, saa at Forskjellen beløb sig til 3,24 Tommer. Man verificerede yderligere Rigtigheden af den Antagelse, at Kvægsølvhøjden maatte stige i Forhold til Højden over Jorden, idet man ved et paa Bjergets Midte anstillet Forsøg fandt en Højde paa 25,81 Tommer.

Herved var da uimodsigelig bevist, at Kvægsølvets Stigen i Røret ikke skyldtes Afskyen for det tomme Rum, men ene og alene Luftens Tryk.

At Pascal blev overordentlig glad ved at modtage Beretningen om disse Forsøg, følger af sig selv; han kunde tillige af dem regne sig til, at det, for at faa Resultatet at se, slet ikke er nødvendigt at begive sig saa højt tilvejrs, som sket var. Thi ved at se paa Tallene finder man, at man for at faa Kvægsølvet til at falde 2 Linier kun behøver at gaa omtrent 125 Fod tilvejrs, og saa højt kunde han let komme i Paris, naar han gik op i et af Taarnene. Det gjorde han og fandt i et og alt sine Anskuelser bekræftede.

Det vil nu let ses, at disse Forsøg maatte bringe en hel Revolution ind i Physikernes Meninger om mangfoldige Problemer. Saadanne Apparater, som Pumper, Sprøjter, Hæverter o. s. v., hvis Virkninger hidtil vare antagne at hvile paa det forunderlige og alt andet end physiske Begreb om en i den livløse Natur herskende Afsky, fik ved dem en rationel Forklaring og kunde stilles under Beregning, og desuden aabnede de, idet de gave Forklaring paa meget hidtil gaadefuldt, tillige Vejen for yderligere Forskninger, hvis Resultater bleve af største Betydning, og det ikke mindst med Hensyn til det, som her beskjæftiger os.

Forsøgene havde uomtvistelig bevist, at Luften ganske som ethvert andet Legeme udøver et Tryk paa sit Underlag; men Størrelsen af dette Tryk var, ihvorvel det lader sig beregne af Vægten af den løftede Kvægsølvsøjle, endnu ikke direkte bestemt. Der forelaa endnu kun en enkelt Methode til i et ganske specielt Exempel at frembringe et tomt Rum, der stod tilbage at angive, hvorledes man kan udtømme Luften af enhver Beholder.

Det var Otto von Guericke, der viste den undrende Samtid alt dette, og det paa en ligesaa overbevisende som udmærket anskuelig Maade. Otto von Guericke var født i Magdeburg 1602; under et fleraarigt Ophold udenfor sin Fødeby studerede han Retsvidenskaben ved forskjellige Universiteter, gjorde sig i Leyden bekjendt med Mathematiken, og blev ved sin Hjemkomst 1627 Raadsherre og Aaret efter Borgmester. I denne Stilling forblev han til 1681, dog med Undtagelse af Aarene 1631—36, da han efter Byens Ødelæggelse af Tilly gjorde Tjeneste som Overingeniør hos Svenskerne; han døde 1686 i Hamborg.

Denne udmærkede Lærde var det da, der ved sin Opfindelse af Luftpumpen kastede et nyt Lys over alle herhen hørende Spørgsmaal. Man vil nu vel kunne forstaa, at et saadant Instrument ikke blev til saa at sige med et Slag; der hørte mange Spekulationer og mange Anstrængelser til, inden det kom saavidt, men Guericke gav ikke tabt, før Heldet havde kronet hans Bestræbelser.

I sit berømte og i høj Grad lærerige Værk Experimenta nova (ut vocantur) Magdeburgica de vacuo spatio giver han en vidtløftig Fremstilling af alle sine Forsøg. Han fortæller, hvorledes han fik den Tanke at fremstille et lufttomt Rum ved at pumpe Vand ud af en Tønde; han viser, hvorledes dette Forsøg strandede paa, at Tønden brast som Følge af den udvendige Lufts Tryk; han meddeler os sin Skuffelse, da han havde ladet sig forfærdige en med stærke Jernbaand forsynet Tønde, og denne endnu ikke viste sig hensigtsvarende, fordi nu Luften pressede sig ind mellem Staverne, og han beskriver omhyggelig, hvordan selv det ikke er nok, at sætte Trætønden indeni en anden

med Vand fyldt Tønde. Den udvendige Luft presser nemlig da Vandet ind i den inderste Tønde og fylder saaledes lidt efter lidt det tomme Rum, saa man maa vælge et Kar, hvis Uigjennemtrængelighed er endnu meget større. Han valgte Kobber, lod sig af Kobber forfærdige en stor hul Kugle, begyndte forfra med den, dog uden denne Gang først at fylde den med Vand, idet han mente, at Pumpen lige saa godt maatte kunne udtømme Luften som Vandet; men skjøndt dette sidste viste sig fuldkommen rigtig, kom han dog endnu ikke til noget Resultat, siden Kuglen blev knust under det Lufttryk, der udvendig hvilede paa den. At den ikke havde haft nøjagtig Kugleform indsaa han laa til Grund for dette nye Uheld, lod derfor et nyt omhyggelig udført Apparat skaffe tilveje, og med dette gik nu Forsøget, som han havde ventet.

Saaledes var da ikke blot Pumpen for første Gang bleven anvendt som Luftpumpe, men ogsaa Rigtigheden af den til Grund for Forsøgene liggende Slutning bevist. Men herved blev han ikke staaende; paa mangfoldige Maader bleve Forsøgene afændrede, og nye Resultater vundne, og særlig blev det Problem, som fra allerførst af havde fremkaldt den hele Undersøgelse, og som Galilæi havde maattet lade ligge, direkte løst, og det paa følgende Maade. Han fæstede et med Hane forsynet Messingrør til Halsen af en stor Flaske, pumpede denne lufttom og lod den skrue fast i Enden af et godt 16 Alen langt Messingrør. Hele Apparatet blev stillet opad en Mur, Rørets nederste Ende stukken ned i en Spand Vand, og naar da Hanen aabnedes, dreves Vandet med stor Kraft op i Flasken, og det netop saa langt, at Vandsøjlens Overflade laa 33 Fod over Vandfladen i Spanden.

Men ikke nok hermed, Guericke gjorde samtidig en hel Række nye og betydningsfulde Iagttagelser, idet han strax forstod at give de alt vundne Resultater nye Anvendelser. Han paaviste Luftens Betydning ligeoverfor Lydens Forplantelse, for Forbrændinger, for Aandedrættet o. s. v.; han berigede kort sagt hele Læren om Luften og dens Egenskaber med en saadan Fylde af Kjendsgjerninger, at han kan siges, ikke alene at have virket med til dens Grundlæggelse, men væsenlig at have skabt den.

At nu alt dette maatte vække den største Opmærksomhed og Forundring, kan man let forstaa, og at det maatte skaffe ham Berømmelse, kunde jo heller ikke være andet. Og saaledes var det ogsaa; man agtede og ærede ham som den dygtige Experimentator, man kappedes om at faa alt det forunderlige at se, han havde at vise. Men skjøndt alle Forsøgene have lige stor Interesse, var der dog især enkelte, som tiltrak sig den almindelige Opmærksomhed, mest fordi de paa den haandgribeligste Maade satte de nye Lærdomme udenfor al Tvivl. Vi sigte her til de i snevrere Forstand saakaldte magdeborgske Forsøg eller Forsøgene med de magdeborgske Halvkugler.

Han havde ladet sig indrette to Kobberhalvkugler, der passede godt til hinanden; for end yderligere at tætte deres Berøringsflader havde han lagt en i Fedt indgneden Læderring imellem dem, og naar da Luften var pumpet ud af den saaledes sammensatte Kugle, hvis Diameter var omtrent 3 Kvarter, holdtes de med overordentlig stor Kraft imod hinanden. Et Tryk af 2686 Pd. formaaede ikke at skille dem ad, lige saa lidt det forenede Ryk af 16 Heste, der 8 og 8 bleve spændte for hver sin Halvkugle.

Men naar det Tryk, der holdt dem sammen, var saa stort, er det øjensynligt, at Vanskeligheden ved at pumpe dem lufttomme maatte være ikke mindre stor; der fordredes virkelig ogsaa baade et betydelig Apparat for at iværksætte en saadan Udpumpning og en ikke ringe Udholdenhed for at faa den fuldført. Fig. 3, som gjengiver Guerickes egen Tegning, viser, hvorledes han bar sig ad ved de Forsøg, han

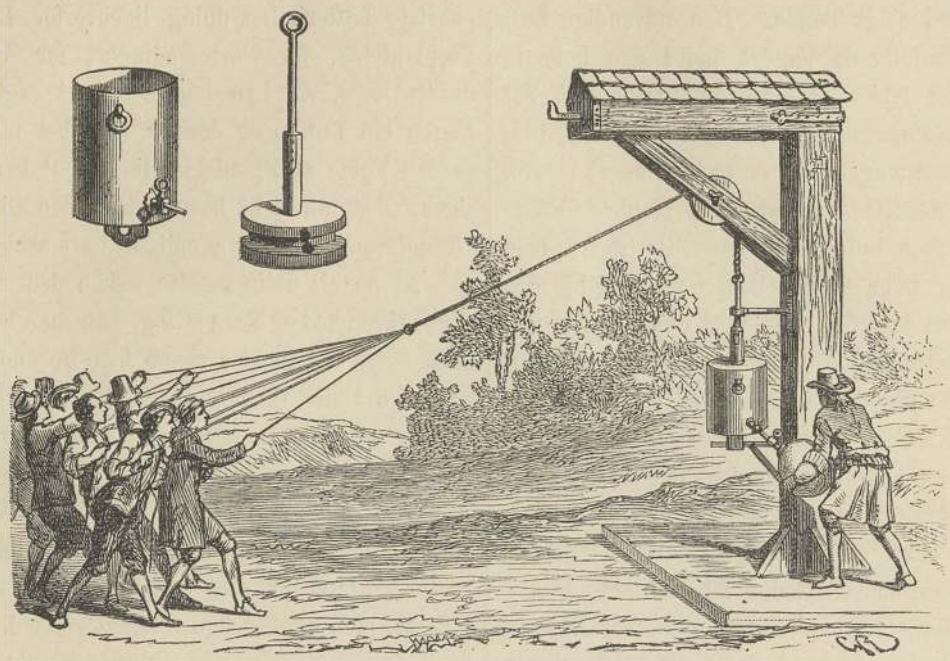


Fig. 3. Otto von Guerickes Forsøg for Fyrsten af Auerberg 1654.

i 1654 anstillede for Fyrsten af Auerberg; Pumpen og dens Stempel ere særskilt gjengivne foroven i Tegningen. Kuglen er skruet fast paa Pumpen, 20 Mand hale ved forenede Kræfter Stemplet op, og naar det er kommen helt op, lukkes den Hane, der spærrer af for Kuglen, og Luft slippes gjennem den anden ind i Cylinderen; Stemplet kan da skydes ned igjen, Hanen atter aabnes, og Pumpningen igjen begynde. — Medens Mandskabet nu stod der og ventede paa, at han skulde skyde Stemplet ned igjen, aabnede han pludselig Hanen til Kuglen; Trykket ovenfra paa Stemplet, som nu intet Modtryk havde, pressede da øjeblikkelig dette ned mod Cylinderens Bund, og det med saadan Voldsomhed, at de 20 Mand bleve trukne et godt Stykke hen ad Jorden.

Ved alle disse Forsøg var nu Luftens Tryk aldeles bestemt paavist, dets meget betydelige Størrelse var godtgjort, og Forsøgene selv havde givet Materiale til dets nøjere Bestemmelse. Uden imidlertid at indlade os paa, hvorledes dette kan fremgaa af Guerickes Optegnelser, skulle vi her kun anføre, at dets Størrelse beløber sig til 14,14 Pd. paa Kvadrattommen, det vil sige, det Tryk, den atmosphæriske Luft udøver paa en Flade af en Kvadrattommes Størrelse — og det er dette Tryk, man er kommen overens om at kalde 1 Atmosphæres Tryk — er ved Jordens Overflade 14,14 Pd., lig Vægten af en Kvægsølvsøjle paa 29,06 danske Tommers Højde og en Kvadrattommes Gjennemsnit. Paa en Kvadratfod beløber det sig til 2037,7 Pd., og som man ser, er dette ikke Smaating, men tværtimod en overmaade anselig Størrelse. At det maa have forbavset dem, der i Luften altid havde set et Legeme uden Vægt, og som følgelig intet Tryk kunde udøve, nu pludselig at se, hvilken grov Vildfarelse, de havde svævet i, kan man let indse, og ikke mindre det, at skulle tænke sig gaaende omkring og bære paa et Tryk af circa 30,000 Pd., hvad Lufttrykkets Størrelse paa et voxent Menneskes Overflade rigelig er. Men naar Forundringen havde sat sig, og man var kommen rigtig til Erkjendelse af Sagen, maatte paa den anden Side Spekulationen nødvendig vaagne og kaste sig over det Problem, at be-

nytte en saa stor Kraft, som kan faaes overalt, som Arbejdskraft.

Erindrer man nu, hvorledes netop den Periode, vi her omtaler, var konstruktionssyg, hvorledes det er den, der har bragt alt, hvad som henhører under Pumpeapparater, Vandhjul, Turbiner, kort Vand- og Vindkraft i alle Retninger, frem, og det vel at mærke overmaade vidt frem, saa er det jo klart, at netop den Tid med særlig Interesse maatte gribe Læren om Luftens store Tryk og søge at anvende det, siden Maskiner, baserede paa det, maatte kunne arbeide med en langt større Kraft end alle, man hidtil kjendte, og rimeligvis kunne gjøres meget bekvemmere og lettere haandterlige, end de Uhyrer af Vandhjul, man da satte sin Ære i at konstruere. Det er derfor heller ikke mere, end hvad man kunde vente, at saadanne Maskiner snart maatte komme frem; de kom endogsaa forholdsvis kort Tid efter de nye Lærdommes Udbredelse.

TREDIE KAPITEL.

PAPINS ARBEJDER. — SAVERYS DAMPMASKINE.

Det er fra Aarene 1689—90, at der for første Gang foreligge Dampappater, der kunne gjøre Krav paa vor Opmærksomhed, det ene fra Savery i England, det andet fra Papin i Frankrig. Men skjøndt det første er sat i Gang noget tidligere end det andet, skulle vi her dog først beskjæftige os med dette og dets Opfinder, fordi for det første hans Arbejder over dette Æmne gaa temmelig langt tilbage i Tiden, og han for det andet adskillige Aar, førend han beskrev sit, fandt paa andetsteds at benytte et Apparat, der siden har været en af Dampmaskinens vigtigste Biindretninger.

Denis Papin var født i Blois 1647 af protestantiske Forældre; han studerede først Medicin, blev Læge og praktiserede som saadan i Paris, men droges med stedse større Magt henimod de mathematiske Videnskaber, for hvilke han havde fortrinlige Anlæg. At just disse Videnskaber paa den Tid blomstrede i Paris, hvor jo Akademiet nylig var bleven stiftet af Ludvig den 14de, og hvorhen de ypperste Videnskabsmænd fra alle Europas Lande bleve dragne, har vel ikke været uden Indflydelse paa den unge Læge; vist er det ialfald, at han kom i Berøring med Huyghens, og man indser let, at et saadant Bekjendtskab absolut maatte virke vækkende paa en af Naturen vel begavet Aand.

Det er da ogsaa udenfor al Tvivl, at han under Huyghens Øjne uddannede sig i Naturvidenskaberne. Han erhvervede sig baade Kundskaber og Navn, og alt syntes at tyde paa, at han havde Udsigt til en glimrende Løbebane i sit Fædreland. Men om nu Ophævelsen af det nantiske Edikt, eller en uforklarlig Lyst til Forandringer, der især senere syntes at træde stærkt frem hos ham, har været det virkende, nok er det, at han pludselig forlod Frankrig og begav sig til England, hvor han i Boyle fandt en Velynder, der ikke tog sig mindre af ham, end Huyghens havde gjort i Frankrig. Og herfra datere sig da hans første Arbejder, Resultaterne af de Studier, han sammen med Boyle havde gjort over Luften og dens Egenskaber og over Dampe.

Det er i et i 1682 udkommet Værk om Udkogning af Ben og om en hurtig Methode at koge alleslags Levnetsmidler, at han beskriver det Apparat, der senere har baaret hans Navn, Papins Gryde eller Digestor, og paa hvilken han har anbragt den endnu stedse brugte Sikkerhedsventil.

Apparatet sees i Figur 4, saaledes som det nu indrettes. Det er en stærk Kjedel C med tykke Vægge, som lukkes med et stærkt Laag, der passer nøjagtig, og som ved svære Skruer presses fast paa Kjedlen. Skal det, saaledes som det var Papins Mening, anvendes til Udkogning af Ben, hører der endvidere en Gryde til, som fyldes med Benene og sættes indeni Kjedlen, og naar da denne bringes i Kog, vil

Gelatinen i forholdsvis kort Tid blive udkogt, hvilket har sin Grund i, at Dampen ikke kan faa Lov at undvige, men maa forblive i Kjedlen. Den udøver nemlig da et Tryk paa Vandet, hvorved Kogepunktet kommer til at stige, og det at Vandet altsaa først kommer i Kog ved en højere Temperatur end ellers, og at samtidig Dampene have større Spændkraft, hvorved de let presse sig ind i Benenes Porer, gjør at Gelatinen hurtig koges ud. Men da Dampenes Tryk derinde bestandig vil voxe, og da der er en Grændse for det Tryk, Karrets Vægge kunne taale, er det øjensynlig, at Kjedlen tilsidst maa sprænges, hvis man ikke sørger for, at dette Maximumstryk ikke naaes, hvilket bekvemt kan ske ved en Ventil, som aabner sig ved et eller andet Tryk, lavere end Maximumstrykket.

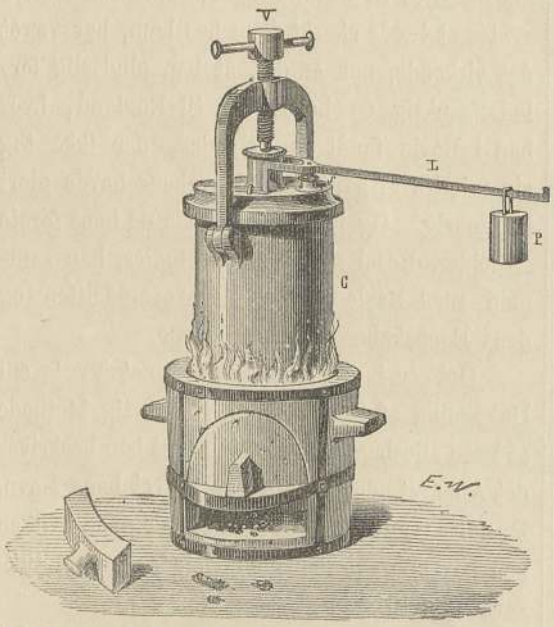


Fig. 4. Papins Gryde.

En saadan Ventil er nu netop den i Figuren ved S fremstillede; det er en kegledannet Prop, som nøjagtig passer til et Hul i Kjedlens Laag; den trykkes nedad af Vægtstangen L og den derpaa hængende Vægt P, og jo større denne Vægt er, eller jo længere den skydes udad fra Ventilen, med desto større Tryk hviler den paa Proppen, desto større Tryk fordres der altsaa ogsaa for at aabne den, og det er klart, at man altid kan indrette sig saaledes, at den aabner sig, førend der er Fare for Sprængning. Og derfor er Papins Ventil en saa væsenlig Biindretning for Dampkjedlen, fordi den er en virkelig Sikkerhedsventil, der rigtig afpasset fuldkommen skjærmer mod Sprængning. Men skjøndt det da altsaa er fra 1682, at han har anvendt denne Ventil, er det dog først langt senere, at dens Betydning som Sikkerhedsapparat er gaaet op for ham; fra først af har han sat den paa, fordi, som han selv siger, „Apparatet (ɔ: Gryden) for saavidt er ubekvemt, som man ikke saa let kan komme til at se ind i det, som i en almindelig Gryde, hvorfor det kan hænde sig, at man enten tager Kjødet op, før det er kogt, eller lader det staa, til det er forbrændt.“ Og derfor skal da Ventilen sættes paa, fordi den giver Midler til at regulere Trykket, navnlig til at skaffe et saadant Tryk tilveje, som er fornødent, forat Kogningen kan føre til et heldigt Resultat.

Imidlertid, hans Skrift om denne Gryde gjorde Lykke, han selv vandt Anseelse, og alt syntes her at tegne lige saa godt som i Paris; men atter her brød han pludselig med alt, hvad man skulde synes kunde binde ham til Stedet. Uden nogen ydre Anledning forlod han pludselig England, som havde gjort ham til Medlem af sit lærde Selskab, og det synes virkelig, som om han har haft en forunderlig Lyst til at komme med ved de nye Akademiers Oprettelse, thi just som man i Venedig havde faaet et saadant oprettet, dukkede han op der, blev som det var at vente, modtaget med aabne Arme og naturligvis strax gjort til Medlem af Akademiet.

Han forblev to Aar i Venedig, i Førstningen vel tilfreds med sit nye Hjem, efterhaanden mindre og mindre tiltalt deraf, tilsidst saa lidet, at han begyndte at længes efter England, hvor hans første Berømmelse var vunden, og hvor han ventede at finde den samme Vel-

villie, som da han forlod det. Men heri tog han fejl, han fandt ved sin Tilbagekomst Stemningen meget forandret; Vennernes Iver var kjølnet, andre Stjerner begyndte at skinne, og alt, hvad han kunde opnaaa, var mod en meget ringe Godtgjørelse at komme til at lede en Række Forsøg, Akademiet lod foretage. Det er nu under dette andet Ophold i England, at han kom til at spekulere over den praktiske Anvendelse af det af Otto von Guericke paaviste Lufttryk, som han alt tidligere havde gjort sig bekjendt med sammen med Boyle.

Hans første Tanke var direkte at benytte Luftpumpen; en meget stor Luftpumpe skulde drives af et Vandhjul, og Meningen var paa den Maade at udpumpe et langt Rør. Naar da Røret var forsynet med Stempel, og dette af Lufttrykket pressedes igjennem Røret, saa kunde det drage en eller anden Byrde, som var fæstet til det med et langt Reb, med sig, og man fik da en Bevægelse, der skyldtes Lufttrykket. At det var at gaa en Omvej i Stedet for ligefrem at benytte Vandkraften som bevægende Kraft, og at der var et Kraftspild forbunden dermed, det kom ikke Sagen ved; udføres kunde det, men praktisk Anvendelse kunde det aldrig faa, blandt andet fordi det gik yderst langsomt. Nok er det, at det blev forevist for Akademiets Medlemmer, men uden at gjøre Lykke.

Dette nedslog ham; han havde sat sit Haab dertil, han havde ventet sig Paaskjønnelse, men mødte Kulde, han blev derfor bitter og mente ikke at kunne blive længere i England. Hjem til Frankrig kunde han ikke komme, naar han ikke vilde afsværge sin Tro; der var da intet andet for, end atter at søge Lykken paa et nyt Sted. 1687 brød han paany op, og denne Gang drog han til Tyskland, hvor han i Kurfyrst Karl af Hessen fandt en Velynder, der med stor Liberalitet gik ind paa hans Planer og gav ham Midler til at realisere dem. Og her i Hessen, som Professor i Mathematik i Marburg, tog han da paany fat paa sine Arbejder over Luftens Tryk og dettes praktiske Anvendelse.

Hans første Forsøg havde lært ham, at en direkte Anvendelse af Luftpumpen var upraktisk, det gjaldt da nu at finde et Middel til uden dennes Hjælp at skaffe et lufttomt Rum tilveje. Hertil syntes Krudt ham meget tjenlig, idet han ræsonnerede som saa, at naar en Krudtladning bringes til at explodere i et Rør, som er forsynet med en udadgaaende Ventil, saa vil der ved Explosionen fremkomme en Fortynding af Luften i Røret, og naar der da i samme Rør findes et Stempel, saa vil dette af den ydre Lufts Tryk presses ned i Røret og kunne slæbe en Byrde med sig.

Ideen var ikke hans egen, thi Huyghens havde allerede tidligere fremsat den, og konstrueret et Apparat, som virkede paa den Maade; men Papin vilde forbedre dette Apparat, han vilde navnlig afhjælpe den Mangel, at Luftfortyndingen kun er ringe, og derfor den virkende Kraft heller ikke stor. Men det gik ikke for ham; han drev kun Fortyndingen ned til en Fjerdedel, og kun tre Fjerdedele af den atmosfæriske Lufts Tryk kom altsaa til at virke; og dog bleve disse Forsøg ikke uden Betydning, thi just Spekulationen over den bedste Maade at fremstille et lufttomt Rum, ledte hans Tanke hen paa Dampen.

I en Afhandling for 1690 om En ny Methode til for godt Kjøb at skaffe store bevægende Kræfter tilveje giver han først en Fremstilling af sine tidligere Forsøg og udtaler sig derefter om de nye paa følgende Maade: „Jeg har nu forsøgt ad anden Vej at naa det ønskede Resultat. Da nemlig Vand har den Egenskab, at en ringe Mængde deraf, som ved Varme bringes i Dampform, derved faar en Spændkraft lig Luftens Tryk, og siden ved Afkjøling gaar over til Vædskeform igjen uden at beholde den mindste Spændkraft, saa er jeg bleven bragt paa den Tanke, at man

maatte kunne konstruere Maskiner, i hvilke Vand ved jevn Varme, og uden store Bekostninger, kunde frembringe et fuldkommen lufttomt Rum, hvad man ikke kan faa ved Hjælp af Krudt. Blandt de forskjellige Konstruktioner, man i den Hensigt kunde finde paa, synes mig følgende bekvemmest.

A (Fig. 5) er et overalt lige vidt Rør med fuldkommen tætsluttende Bund; B et Stempel, der passer til Røret, H et Skaft eller Stang, fæstet til Stemplet, EH en Jernrigel, der kan dreje sig i et vandret Plan om sin Axe, og som af en Fjeder trykkes imod Stangen H, saa at den skyder sig ind i et Hul i H, saasnart dette Hul ved Stemplets opadgaaende Bevægelse er løftet over Laagets Overkant; endelig er C et lille Hul i Stemplet, gjennem hvilket Vandet i Røret kan løbe ud, naar Stemplet første Gang skydes ned.

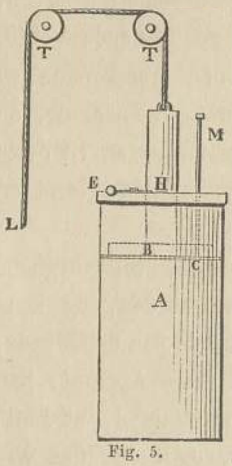


Fig. 5.

Apparatet bruges nu saaledes: Man helder Vand i Røret A til en Højde af 3—4 Linier, derpaa sættes Stemplet i, og man skyder det ned, indtil en Del af Vandet løber ovenud af Hullet C. Saa lukkes Hullet med Stangen M, et Laag med de nødvendige Huller sættes paa, og Røret A, som er af Metalblik, vil da ved en jevn Ild snart blive opvarmet. Vandet forvandles derved til Damp, hvis Spændkraft er stor nok til at overvinde Luftens Tryk og skyde Stemplet B saa højt ivejret, at Hullet i H kommer over Laaget; da hører man et Smæk, som hidrører fra, at Fjederen skydes ind i Hullet. I det Øjeblik maa man strax fjerne Ilden, hvorefter Dampene i det tynde Rør ved Afkjøling snart igjen ville gaa over i Væskeform, og Røret blive fuldkommen lufttomt. Naar saa Riglen EH rykkes ud af Hullet H, kan Stangen frit bevæge sig, og Stemplet B, som nu bærer hele Atmosfærens Tryk, presses ned igjen, og det med desto større Kraft, jo større Rørets Diameter er. Man kan ikke tvivle om, at Luftens Tryk jo helt og holdent bliver brugt i saadanne Rør."

Papin giver sig derefter til at paavise Betydningen af en saadan Maskine; han beregner den Kraft, hvormed den kan virke, angiver for flere Rørdiametre Størrelsen af den Byrde, der kan løftes af Snoren L, som er fæstet til Stempelstangen, paastaar, at det kan gaa overmaade hurtig, idet han har Erfaring for, at man hver Minut kan faa et Stempelslag, og slutter endelig med en længere Beretning over Maskinens forskjellige Anvendelser. Han mener, man med Fordel kan benytte den i Bjergværkerne til at løfte Grubevandet, han tænker sig, at man kan anvende den til at udkaste Kugler i store Afstande; men særlig dvæler han dog ved dens Anvendelse til at drive Skibe frem mod Strøm og Vind. Her forekommer ham Fordelene saa store, at han ikke kan afholde sig fra vidtløftig at udpege dem og samtidig give en Anvisning til det hele Projekts Iværksættelse; og nu omtaler han da baade Skovlhjul som de rette Bevægelsesapparater og angiver, hvorledes man samtidig skal benytte flere Rør, der ved Hjælp af Tandstænger virke paa Tandhjul, som igjen forplante Bevægelsen videre. De Indvendinger, man maatte kunne fremsætte, afviser han alle, og han kan overhovedet kun tænke sig en Vanskelighed, det er at faa oprettet en Fabrik, der udelukkende skulde give sig af med at forfærdige saadanne store Rør. „Men denne nye Maskine maa være et nyt Motiv til et saadant Etablissements Oprettelse, thi den viser klart, at saadanne store Rør bekvemt maa kunne faa mange vigtige Anvendelser."

Dette er Afhandlingens Indhold, og som man ser giver den en overraskende Mængde nye Tanker, der dog imidlertid trods Forfatterens Forsikring om det modsatte alle trænge til

væsenlige Ændringer, inden de kunne føres ud i Livet. Allerede det, at hele Apparatet hviler paa saa tynde Metalvægge, at Afkjølingen derved alene skaffes tilveje, maa jo være et vægtigt Argument imod det; thi for det første medgaaer en ikke ringe Tid, inden Dampen fortættes, dernæst ville saa tynde Metalkar meget hurtig fortæres, og endelig maa Faren for Sprængning være overmaade stor, og Papin har, som man ser, aldeles ikke tænkt paa at forebygge den, aldeles ikke talt om her at anvende Ventilen fra Gryden. Men af flere andre Grunde, som enhver let selv indser, maa man forkaste Apparatet, og kun holde sig til selve Principet, som ingen kan gjøre Opfinderen stridig, og hvis væsenligste Fortrin da er det, at han har fundet paa at lade Dampen virke paa et Stempel, hvad aldrig endnu var falden nogen ind. Det er det egentlige Knudepunkt i Sagen, det, som siden har været beholdt og har ført til de store Resultater.

Hvad nu angaar det Indtryk, denne Afhandling gjorde paa Samtiden, da var det meget lunkent; man saa i Forsøget intet bedre end i hans tidligere Apparater, ingen Opmuntring blev ham tildel, ingen Anerkjendelse. At dette nedslog ham, var naturlig; han begyndte at tvivle om sine Evner, han gjorde sig fortrolig med den Tanke, at han havde grebet fejl, og Resultatet blev, at han lagde det hele paa Hylden og holdt sig til sin Professorvirksomhed ved Universitetet. Og dog blev det givet ham mange Aar efter at sætte en Dampbaad i Vandet, at realisere de Planer, han her havde udkastet. For at forstaa, hvorledes det gik til, maa vi kaste et Blik paa, hvad der imidlertid passerede andetsteds.

Otto von Guerickes Lærdomme var blevne grebne overalt; paa intet Sted, hvor Physiken havde Venner, havde man undladt at gjøre Forsøgene om igjen og efter Evne bidrage til den hele Læres Udvidelse, og det er jo alt bleven omtalt, at i England Boyle og Papin experimenterede over Sagen. Fra Lærestolene udbredtes Kundskaben hurtig, og nu var den almindelig bekjendt, alle dens Anvendelser paa Pumper og Hæverter o. s. v. forstaaede, og kort sagt, den var trængt igjennem overalt og havde, som nylig vist, affødt en Anvendelse. Men uafhængig af denne og uden nogensomhelst Forbindelse med den Maade, hvorpaa denne var sat i Scene, havde den alt Aaret før, 1689, faaet en anden, der havde samme Maal, og det under Forhold, der vare langt mere egnede til at skaffe Sagen Fremgang, end de alt berørte.

For intet Land i Verden kunde en ny Bevægekraft være mere kjærkommen end for England, og det netop paa dette Tidspunkt, hvor dette Lands storartede Industri- og Bjergværksdrift tog et saa kraftigt Opsving. Det er derfor ganske karakteristisk, at en saadan Opfindelse netop blev gjort i England, og det vel at mærke strax i anvendelig Form; det er som om den praktiske engelske Nation nødvendig strax maatte gribe rigtig fat, medens man andetsteds ikke blot maatte begynde med Fejlgreb, men endogsaa ende med udelukkende at benyttede de engelske Opfindelser.

Det var Thomas Savery, forhen Minearbejder, siden Søkaptajn og endelig Grubeingeniør, der havde Æren for Opfindelsen, og hvorledes det gik til, fortæller han selv. En Dag kom han ind i et Værtshus og fik sig en Flaske Vin; da han havde drukket den og skulde bort igjen, kastede han den tomme Flaske hen paa Ildstedet, men forlangte, førend han gik, Vaskevand for at vaske sine Hænder. Nu havde han tilfældigvis ikke drukket helt ud, nogle Draaber Vin vare blevne tilbage i Flasken, og da de vare blevne opvarmede, strømmede Dampen ud af Flaskehalsen. Da fik han den Tanke at se, hvad der vilde ske, naar han satte Flaskens Munding ned i det kolde Vand; hurtig trak han den ene Handske paa for ikke at brænde sig, naar han tog den varme Flaske, og i samme Øjeblik som Mundingen kom under Vand, saa han dette

stige op og fylde hele Flasken, naturligvis fordi Dampen blev fortættet, og den ydre Luft da pressede Vandet op i det derved fremkomne tomme Rum; og derved fik han saa den Tanke, at benytte Atmosphærens Tryk som Bevægekraft og fremkalde det dertil fornødne luftomme Rum ved at fortætte Vanddampe.

Saadan fortæller han, og der er, saavidt vi kunne skjønne, ingen tilstrækkelig Grund til ikke at tro ham, endskjøndt Historien rigtignok fra anden Side er dragen i Tvivl; men det være som det vil, Æren for at have stillet den første praktisk anvendelige Dampmaskine paa Benene tilkommer ham, det idetmindste kan ingen benegte. 1698 har han faaet Patent paa den og sat den i Gang, og dens Indretning var følgende.

B, Fig. 6, er en indmuret Dampkjedel; et med Hanen c forsynet Rør D kan lede Dampen

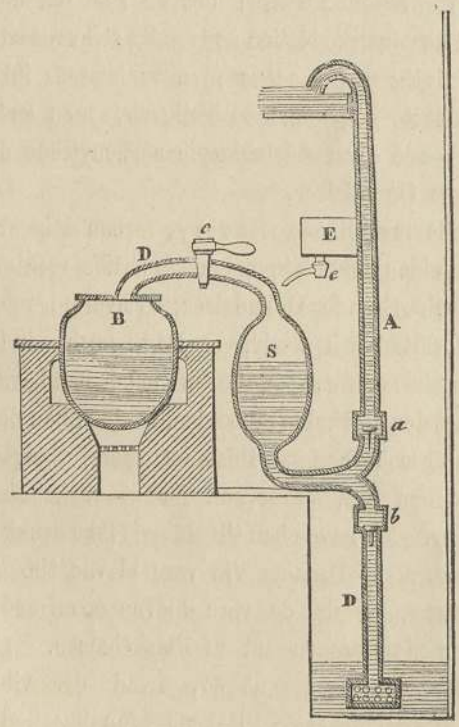


Fig. 6. Saverys Maskine.

over i Beholderen S, som munder ud i de to Rør A og D, der hver for sig ere forsynede med en opadgaaende Ventil a og b. Naar nu Maskinen skal virke, fyres der paa, saalænge indtil der er dannet en tilstrækkelig Mængde Damp i Kjedlen; derpaa aabnes Hanen, Dampen strømmer over i S og jager Luften ud igjennem Røret A, og naar saa Hanen lukkes i, er S fyldt af Damp. Afkjøler man nu paa en eller anden Maade Beholderen S, f. Ex. ved at lade Vand fra Karret E løbe ud over den gjennem e, saa fortættes Dampen, den udvendige Lufts Tryk driver Vandet i Brønden op gjennem D, og S fyldes til en vis Højde med Vand, denne Højde afhængig af Afstanden fra Overfladen i Brønden. Lukker man da atter Hanen e og aabner c, saa strømmer Dampen igjen over, Vandet i Beholderen S trykkes op igjennem Stigrøret A, og naar endelig S igjen er fyldt med Damp, c lukket og e aaben, vil S atter fyldes, og det samme Spil kan nu gjentages saa ofte, det skal være.

Som man ser har dette Apparat intetsomhelst tilfælles med Papins; det har et Fortrin fremfor hans deri, at Kjedlen ɔ: det Rum, hvori Dampen frembringes, er skilt fra det, hvori den virker, og i den Henseende ligner den vore nuværende Maskiner. Den Ide derimod, som Papin havde, at lade Dampen virke paa et Stempel, er her ikke benyttet, og deri har Papins Princip et stort Fortrin for det her anvendte. Men Maskinen kunde arbejde, og det endog overmaade godt, og Savery fik den strax igang og vist frem for Kongen og Akademiet. At faa den afsat og udbredt, faldt derimod en hel Del vanskelig; de, som nærmest vare interesserede i at faa den fat, Grubeejerne nemlig, der aarlig maatte anvende betydelige Summer paa at skaffe Grubevandet bort, vare saa ofte blevne tagne ved Næsen af Projektmagere, der tilbød nye Maskiner eller Forbedringer ved de gamle, at deres Utilbøjelighed til at indlade sig paa mere af den Slags var let forklarlig. Men en enkelt kom dog i Gang hist, en anden her, og som det jo maatte gaa, Opmærksomheden blev efterhaanden henledet paa dem,

Interessen for dem blev mere levende, og da de desuden stadig fik endog meget væsenlige Forbedringer, saa kom det snart saavidt, at de dog havde en Fremtid for sig.

Savery har i en Bog, kaldet The Miners Friend, udkommen 1702, givet en Oversigt over disse Forbedringer. Først fandt han paa at bruge to Beholdere som S i Stedet for en, hvorved Maskinens Arbejdsdygtighed betydelig forøgedes; hver af de to Beholdere stod ved sit eget Rør i Forbindelse med Dampkjedlen, men begge udmundede de i det ene Rør DA, hvis nederste Del virker som Sugerør, medens den øverste er Stigrør. Samtidig med at den ene trykkede det Vand, den havde suget op, ud i Stigrøret, fyldtes da den anden med Damp; naar den saa begyndte at trykke sit Vand op, fyldtes den første og saa fremdeles, saa at Maskinen kom til at arbejde med omtrent dobbelt Hurtighed. Derefter fjernede han den Mislighed, som laa i, at man med temmelig korte Mellemrum maatte afbryde Maskinens Gang for at faa Vand fyldt paa Kjedlen. Han opstillede nemlig endnu en Kjedel ved Siden af den oprindelige, forbandt dem ved et Rør, som i den oprindelige, største Kjedel mundede ud ved Overfladen, derimod gik omtrent helt ned til Bunden af den nye, mindre. Derved opnaaede han, at man ved simpel Omdrejning af en Hane paa Forbindelsesrøret hurtig kunde fylde nyt Vand paa den store Kjedel, idet det af Dampene i den lille trykkedes over i den store; men dette medførte igjen den Fordel, at den store Kjedel stedse forsynedes med varmt Vand og saaledes ikke led nogen Afkjøling, en særdeles væsenlig Omstændighed, som man siden har sørget for ved alle nyere Dampkjedler, om end ad anden Vej.

For at komme til Kundskab om, hvormeget Vand der var i Kjedlen, forsynede han den desuden med de saakaldte Prøvehaner, to Haner, der forlængede sig ind i Kjedlen, saa at den ene mundede ud et Par Tommer over den rette Vandstandslinie, den anden et Par Tommer under. Det er klart, at man derved bestandig kan holde Regnskab med Vandstanden; thi strømmer der, naar de aabnes, Damp ud af begge, da bør der fyldes paa, kommer der Vand, maa man tappe noget af, og saadanne Prøvehaner ere derfor af stor Betydning og have ogsaa siden været anvendte paa alle Dampkjedler, hvorom mere siden.

At nu disse Forbedringer maatte gjøre Maskinen langt mere praktisk anvendelig, end den var i sin oprindelige Skikkelse, vil man let indse, og som ovenfor anført, kom den efterhaanden ogsaa mere og mere i Brug. At der endnu klæbede mange Mangler ved den og stod overmaade meget tilbage at ændre, er vist nok, men arbejde kunde den, det var Hovedsagen. Vi skulle imidlertid, inden vi gaa nærmere ind herpaa, atter vende os til Papin og se, hvilke Ideer denne Maskine gav ham.

Papin havde, omtalte vi, aldeles lagt sine Forsøg paa Hylden, efterat hans Projekt fra 1690 havde mødt saa liden Velvillie. Hvad der var sket i England havde han ingen Anelse om, og fik det heller ikke at vide før 1705, da han fra Leibnitz, som dengang opholdt sig i England, modtog et Brev, hvori han blev underrettet om den nye Maskines Tilværelse. Med Brevet fulgte en Tegning af Maskinen, og Leibnitz udbad sig hans Mening om det hele Foretagende. Papin, som skyldte Kurfyrstens Gavmildhed, at han overhovedet havde kunnet anstille sine Forsøg, skyndte sig med at vise sin høje Velynder den Tegning, han havde modtaget. Kurfyrsten interesserede sig strax for Sagen, og Følgen blev, at nye Midler stilledes til hans Raadighed, forat han atter kunde optage Forsøgene og mulig stikke den engelske Kaptejn. Han tog da strax fat, arbejdede som han siger, længe og vedholdende og endelig lykkedes det ham efter mange forgjæves Anstrængelser at konstruere et Apparat, om hvilket han selv mente, at det langt overgik det engelske.

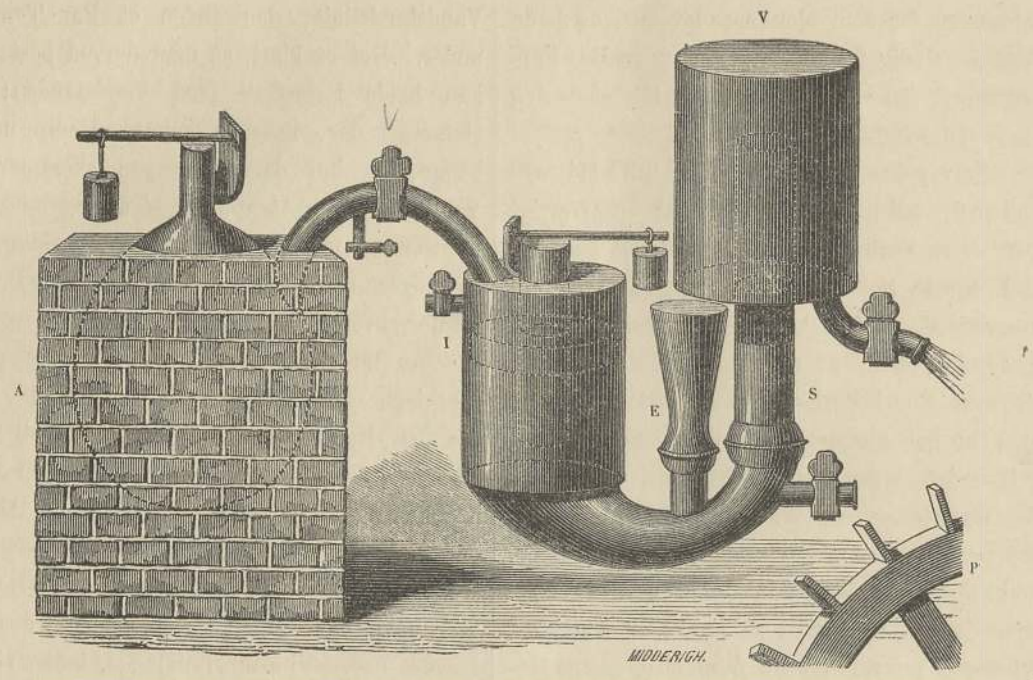


Fig. 7. Papins Maskine,

1707 udkom det Skrift, hvori dette nye Apparat beskrives; det bar Titlen: En ny Maade at løfte Vand ved Varmens Hjælp. Figur 7, der er en Kopi af hans egen Tegning, viser hvorledes det var indrettet. A er en Dampkjedel, der gjennem et Rør kan afgive Damp til Cylinderen I. Den fyldes omtrent to Trediedele gjennem den ovenpaa samme anbragte Ventil, der er af samme Art, som den, han brugte ved sin Gryde. I Cylinderen, som er bestemt til at optage Vand, svømmer paa Vandet et hult Kobberstempel I, og helder man gjennem Tragten E, som paa det Sted, hvor den udvider sig, indeholder en nedadgaaende Ventil, tilstrækkelig Vand i, kan Stemplet løftes helt op til Cylinderens Laag, idet Luften kan strømme ud af Hanen over I, som samtidig maa aabnes. Naar man nu lader Dampen strømme over, trykkes Stemplet ned, Vandet presses op i Stigrøret S, der er forsynet med en Ventil, som aabner sig opad, og lukkes derpaa igjen Hanen paa Damprøret, medens Hanen I aabnes, da vil Stemplet atter stige og saa fremdeles, naar man blot passer Hanerne og sørger for Vandtilstrømning gjennem Tragten.

Som man ser, er dette Apparat væsenlig en Kopi af Saverys; Papin har forladt sin oprindelige Ide at bruge Dampen til at fremkalde et lufttomt Rum, og har alene holdt sig til Virkningen af dens Spændkraft. Men Apparatet har i flere Retninger langt mere Interesse end Saverys; Stemplet er beholdt og Ventilen er kommen til, og det er udtrykkelig som Sikkerhedsventil, han har sat den ikke alene paa Kjedlen, men ogsaa paa Cylinderen. Derimod har han optaget Saverys Tanke at lægge Kjedlen udenfor det egentlige Bevægeapparat; han har, ialfald til at begynde med, udelukkende tænkt sig Maskinen anvendt til Vandudtømninger, men senere har han rigtignok atter søgt at realisere sin gamle Yndlingstanke om dens Anvendelser i mange andre Retninger, og det er virkelig lykkedes ham at faa dette istand. Han har nemlig over Stigrøret sat en Vindkjedel V, hvori Vandet kunde samle sig, og naar saa Luften var tilstrækkelig sammentrykket, kunde han ved at aabne Hanen paa Vindkjedlens

Afløbsrør faa det til med stor Kraft at løbe ud paa Skovlhjulet P, som da førte Bevægelsen videre.

Og særlig har han givet sig af med Dampskibsfart, det vil sige, han har lagt sin Maskine ind i en Baad og blevet ved at experimentere saalænge, indtil han fik denne til at gaa tilfredsstillende, og saa har han sat sig Vigtigheden af denne Sejlads saa fast i Hovedet, at han for at faa den ud i Livet har opgivet sin Stilling. Han fortæller selv i et Brev til Leibnitz at en af de Grunde, han anførte i sin Ansøgning om Afsked, var den, at det var ham af Vigtighed at faa sin nye Konstruktion af Baade prøvet i en Havnestad, som f. Ex. London; han vilde derfor rejse derover, indskibe sig i Kassel og sejle med Baaden ned ad Fuldaen og videre til Bremen, og der gaa ombord i et større Skib, som saa kunde tage Baaden paa Slæb. Men der var dermed forbunden den Vanskelighed, at Kasselerbaadene ikke maatte passere Grændsebyen Münden, hvor Fulda forener sig med Werra og danner Weseren, og hans Forlangende var just i Brevet, at Leibnitz skulde interessere sig for ham og hos Kurfyrsten af Hannover udvirke Tilladelse for ham til at passere. Men dette blev ham negtet, uagtet det jo naturligvis aldeles ikke var hans Hensigt derved at gjøre Indgreb i de privilegerede Weserskipperes Rettigheder, og det saa altsaa ud, som om han maatte forholde sig rolig. Men Papin var ikke tilsinds dertil; kunde han ikke faa Tilladelse efter Ansøgning, saa mente han, han kunde undvære den og endda komme igjennem, og den 25 September 1707 gik han ombord i Kassel og ankom samme Dag til Münden. Herfra skulde saa Forsøget paa at gaa ind i Weser gjøres, men Skipperne satte sig derimod, og da han med Magt vilde frem, gjorde de kort Proces og sloge hans Baad i Stykker.

At Frugten af et helt Livs Anstrængelser skulde tilintetgjøres paa en saa lumpen Maade slog naturligvis den ulykkelige Mand rent til Jorden. Alt havde han opgivet for denne Tanke, til den havde han sat hele sit Haab, nu stod han uden Stilling, uden et Sted at vende sig hen. Tilbage til Kassel vilde han ikke, Frankrig var lukket for ham paa Grund af hans Tro, der var da kun England tilbage, hvor han kunde vente at finde Folk, der vilde mindes ham fra Ungdommen. Men heri saa han sig skuffet, han var bleven glemt i de mange Aar, han havde været borte. Ingen kom ham venlig imøde, ingen Lejlighed gaves der ham til at fortjene noget, Fattigdom og Nød blev hans Lod, Kummer over saamange skuffede Forhaabninger forbittrede ham hans Alderdom, og det at maatte leve af Almisse fra Medlemmerne af det Akademi, han engang havde været en Pryd, og gjøre Regnskab for de faa Pengemidler, han derfra fik mellem Hænder, var ham en Kilde til Græmmelse, som mere og mere nedbrød den gamle Mands Helbred, og endelig 7 Aar efter hans sidste store Sorg lagde ham i Graven 1714.

De Forsøg, som med saamange Opoffrelser fra hans og hans Velynderes Side sattes i Gang, og af hvilke man havde lovet sig rige Anvendelser for Fremtiden, bleve saaledes for ham kun til Sorg og Ulykke; at de indeholdt virkelig brugbare Tanker, det kom man først siden under Vejr med, da mere heldige men vistnok langt mindre kundskabsrige Mænd fik dem fat og paa deres Anvendelse grundlagde deres egen Berømmelse. For Tyskland bleve de uden Betydning, uden forsaavidt de ad Omveje kom tilbage igjen med engelske Tilsnit; Englænderne bleve uomtvistelig dem, der fik Æren af at bringe Sagen videre. At der i Frankrig fremkom et Projekt fra en vis Amontons skal kun for Ordens Skyld nævnes; det havde ingensomhelst Betydning, Apparatet var baade indviklet og upraktisk, og stod, skjøndt flere Aar yngre end Saverys, meget langt under dennes.

Det er da altsaa til England, vi nu maa vende os for der at se Dampmaskinen gjøre

de mange og store Fremskridt, der endelig gav den dens nuværende Skikkelse.

FJERDE KAPITEL.

YDERLIGERE FORBEDRINGER VED SAVERYS MASKINE. — BLAKEY. — NEWCOMEN OG CAWLEY. — HUMPHRY POTTER. BEIGHTON. — DESAGULIERS. — FITZGERALD. — PAYNE. SMEATON. — LEUPOLD.

Da vi omtalte Saverys Maskine, blev det bemærket, at den selv i sin forbedrede Skikkelse led af mange og meget væsenlige Mangler; den var baade kostbar, arbejdede langsomt og var farlig at bruge. Den Omstændighed, at Dampen ikke virkede paa et Stempel, men direkte paa det i Beholderen S Figur 6 opsugede Vand, gjorde at der gik en overordenlig stor Arbejdskraft tabt; thi naar Dampen kommer i Berøring med det kolde Vand, fortættes den, og den kan ikke holde sig som Damp, altsaa ikke gjøre Virkning, inden den faar varmet det øverste Vandlag i Beholderen og denne selv op til samme Temperatur, den selv har. Dertil forbruges en vis Mængde Varme, som ikke kommer i Anvendelse som Arbejdskraft, det vil sige, en ikke ubetydelig Bekostning til Brændsel er fornøden, uden at samme Brændsel giver Nytte som Arbejde. Men ikke nok dermed, naar Dampen saa har udrettet sit Arbejde og skal fortættes, saa tabes derved igjen hele den Varmemængde, den havde, og megen Tid gaar med, saa at Maskinen kun virker langsomt. Endelig er den farlig, forsaavidt der aldeles ikke er taget Hensyn til Fare for Sprængning.

Et fuldkommen lufttomt Rum formaar at suge Vand op til en Højde af 33 Fod, men da Vand selv ved meget lave Temperaturer giver Dampe af kjendelig Spænding, blev der i Beholderen altid nogen Dampspænding tilbage, som gjorde, at Vandet ikke lod sig suge højere end 25 Fod, hvilket altsaa var Maximumshøjden, hvori Beholderen kunde stilles over Vandspejlet. Naar nu Dampen trængte ind i den fyldte Beholder, maatte den, for at drive Vandet endnu 33 Fod højere have en Spændkraft lig 2 Atmosphærers Tryk, idet ikke blot Vandtrykket, men ogsaa den ydre Lufts Tryk skulde overvindes; og skulde Stigningen beløbe sig til 66 Fod, maatte Damptrykket drives op til 3 Atmosphærer, hvoraf 1 Atmosphære holdtes i Ligevægt af Luften udenfor, saa at det samlede Tryk, der indvendig fra søgte at sprænge Kjedlen, beløb sig til godt 28 Pund paa Kvadrattommen, et Tryk, som man ikke turde overskride. Derved blev Vandet i det hele løftet 91 Fod over sit oprindelige Niveau, og man maatte for hver 91 Fod, Grubevandet skulde hæves, opstille en ny Maskine, saaledes at den ene drev det Vand højere op, som den foregaaende havde løftet. Men deri laa, som man ser, en Grændse for Maskinens Anvendelighed, naar man ikke vilde løbe an paa, at den kunde taale større Tryk og derved udsætte sig for Sprængning.

Og dog kom Maskinen trods alt dette i Brug paa ikke faa Steder og gjorde under Omstændigheder, hvor Bekostningen med Hensyn til Brændsel ikke havde synderlig at sige, f. Ex. i Kulminerne, god Virkning; der angives exempelvis, at en saadan Maskine et Sted løftede godt halvanden Tønde Vand 50 Fod i Minuttet. Almindelig udbredt blev den derimod ikke, dertil var Manglerne for store, Bekostningen gjennemgaaende altfor betydelig.

Nu var det saa, at Bjergværksdriften just i de Aaringer fik større og større Opsving, men netop derfor ogsaa mere og mere generedes af Grubevandet, til hvis Fjernelse aarlig meget betydelige Kapitaler sattes til, hvorved Udbyttet stadig forringedes. Der laa da altsaa heri en stærk Opfordring for Mekanikerne til at finde hensigtsmæssige Midler til dets Bortskaffelse, og Dampmaskinen, som havde en saa stor Bevægkraft, laa for som det Apparat, der hensigtsmæssig ændret nærmest maatte kunne bruges. Det blev derfor Opgaven at udfinde

saadanne Ændringer, og mange gav sig af med Sagen, de fleste med mer eller mindre ugunstige Resultater.

En Methode, hvortil man satte stor Forhaabning blev angivet af William Blakey, men løb uheldig af, var ogsaa altfor kunstig. Den bestod i, at der anbragtes to Beholdere som S, Fig. 6, den ene over den anden. Dampen blev ledet ind i den øverste, medens den nederste var fyldt med Luft, og Meningen dermed var saa at sige at skaffe et Luftstempel tilveje, idet nu Dampen ikke direkte virkede paa Vandet, men først trykkede paa Luften, som igjen forplantede Trykket til Vandet. Man havde tænkt sig, at Luften under Dampens Fortætning skulde trænge op i den øverste Beholder og siden vige for den paany indtrædende Damp, hvorved det betydelige Varmetab skulde undgaaes; man havde af samme Grund lagt et Lag Olie ovenpaa Vandet, forat det kunde skjærme mod Afkjøling fra det opsugede kolde Vand; men Erfaringerne skuffede Forventningerne, og da en skjønne Dag Maskinen sprang med overordenlig Voldsomhed, opgav man hele Projektet. En Mærkelighed ved den til Forsøgene anvendte Kjedel fortjener dog endnu at nævnes, den nemlig, at Kjedlen ikke som ellers var et enkelt Kar, men dannedes af en Række indbyrdes forbundne Rør, med andre Ord hvad vi nu kalde en Rørkjedel.

Heldigere var Smeden Thomas Newcomen i sine Bestræbelser for Dampmaskinens Forbedring. Han var kommen til at spekulere over Problemet Grubevandets Bortskaffelse ved at se de store Bryderier, dette voldte i Minerne omkring hans Hjemstavn Darmouth i Devonshire. Endskjøndt en saverysk Maskine just var stillet op der, synes det dog, som om han lige saa lidt som Papin fra først af har tænkt paa Damp, men derimod spekuleret paa Lufttrykkets Anvendelse, idet han paa en eller anden Maade har villet skaffe et lufttomt Rum tilveje under et Stempel, som saa af Lufttrykket kunde drives igjennem en Cylinder og tage en Pumpestang med sig. Han har i den Anledning udvexlet Anskuelser med en Ven, Glarmesteren John Cawley, og endelig har de i Forening henvendt sig til daværende Sekretær ved det kongelige lærde Selskab Robert Hooke, Opfinderen af Spiralfjedrenes Brug i Lommeuhrene, Vaterpasset med Luftboble og den optiske Telegraph. Hooke, som nøje kjendte Papins foran omtalte Arbejder i samme Retning, fraraadede dem alvorlig at befatte sig med denne Sag, idet han meddelte dem, hvorledes Papin netop var strandet paa Umuligheden af at fremkalde et fuldstændig lufttomt Rum under et tilstækkelig stort Stempel; men han indrømmede forresten, at kunde man finde en Methode, hvorpaa dette kunde ske, saa maatte et derpaa baseret Apparat kunne svare til Hensigten.

Om nu det, at de af Hooke bleve bekjendte med Papins i Figur 5 afbildede Rør eller om en fortsat Betragtning af den saveryske Maskine gav dem den Tanke dertil at betjene sig af Damp, er ikke let at se, men vist er det, at dette faldt dem ind, og at de gave sig til at experimentere over Sagen. Og Forsøgene kronedes med saameget Held, at de begyndte at tænke paa at føre dem ud i Livet; men derved mødte de en Vanskelighed. De vilde have Patent paa deres Maskine, men da denne hvilede paa Fortætning af Vanddamp, det samme, som Savery havde Patent paa, saa kom de herved i Kollision med ham. Dog, Konflikten hævedes ved en Overenskomst mellem begge Parter, hvis Resultat blev, at der i 1705 udtoges et nyt Patent, lydende paa alle tre Navne, skjøndt det var vitterlig, at Savery slet ikke havde andet med de to andre at gjøre, end at han gav dem Ret til at benytte den ham patenterede Fortætningsmethode.

De vare altsaa overladte til sig selv i alt, hvad angik Maskinens Udbredelse, og dette forklarer tilstrækkelig, hvorledes det kunde gaa til, at der forløb hele 7 Aar, inden de fik den

første Maskine afsat. Thi baade vare de uformuende og ukjendte Folk, og Cawley idetmindste havde ingen Forstand paa Maskinsager, Newcomen ialfald til at begynde med lidt nok. Mulig havde de haabet, at Saverys Navn skulde hjælpe dem, men heri tog de fejl, da han snarere var deres Konkurrent end Medhjælper. Endelig vare Forsøgene anstillede med smaa Modeller, som Newcomen selv havde lavet; nu, da det hele skulde udføres i stor Stil, slog hans Kundskaber aldeles ikke til.

Imidlertid fik de som sagt i 1712 en Bestilling; de skulde forfærdige en Maskine til en Mine i Wolverhampton, men havde mange Bryderier, inden den kom i Gang. Ubekjendte med den Slags Arbejder, forstod de ikke at at tilpasse Stempel og Haner, og havde de ikke faaet Hjælp af de just i den Retning duelige Arbejdere, som fandtes paa Stedet, var Maskinen maaske endnu i lang Tid ikke kommen i Gang. Imidlertid, den blev opstillet og gik, skjøndt daarlig nok til at begynde med.

Som det vil erindres var Methoden den, at Damp under et Stempel skulde fortættes, og saa den ydre Lufts Tryk drive Stemplet ned; Fortætningen frembragtes paa samme Maade som i Saverys Maskine, idet Dampcylinderen blev overheldt med koldt Vand, eller rettere helt omgivet af et Kar koldt Vaand, saasom den var omgivet af en anden Cylinder, og koldt Vand da lededes ind i Mellemrummet. Denne Methode var vidtløftig og langsom, men blev heller ikke ret længe anvendt, thi en skjønne Dag saa de Maskinen begynde at tage stærkt paa Veje og Stempelslagene følge hinanden med usædvanlig Hurtighed; naturligvis undersøgte de da strax Grunden dertil.

For at forebygge at Dampen trængte sig ud imellem Cylinderen og Stemplet havde Newcomen faaet den Ide at helde Vand ovenpaa Stemplet; nu viste det sig da, at dette havde et lille Hul, igjennem hvilket Vandet dryppede ned i Damprummet, og deri laa Grunden til den hurtige Fortætning og Maskinens deraf følgende hurtige Gang, en Iagttagelse, som selvfølgelig strax toges til Indtægt. Hylsteret blev taget af, et Rør lagt ind igjennem Cylinderens Bund, og naar saa Fortætningen skulde fremkaldes, lod man koldt Vand strømme ind i den; derved opnaaede man at faa 8—10 Stempelslag i Minutet.

Hvorledes forøvrigt Maskinen var indrettet viser Fig. 8. Kjedlen A er indmuret; Dampen kan gjennem Røret a strømme ind i Cylinderen C, og naar det sker, vil Damptrykket hæve

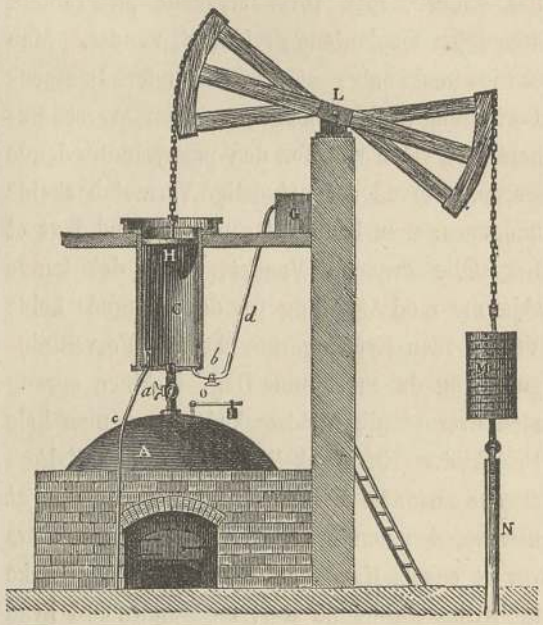


Fig. 8. Newcomens Maskine.

Stemplet. Samtidig med at H hæves, vil en Modvægt M, anbragt paa Pumpestangen N, dreje den af stærke Bjælker sammentømrede Vægtstang L, Maskinbommen eller Balancen som den kaldes, saa vidt som den i Stempelstangen fæstede Kjæde tillader. Lukkes nu Hanen a og aabnes b, da vil en Strøm af koldt Vand fra Beholderen G løbe ind i Cylinderen, Dampen vil fortættes og Lufttrykket udenfra presse Stemplet ned til Cylinderens Bund. Det til Fortætningen anvendte Vand løber ud igjennem Røret c, som er lukket med en Klap.

Saaledes var Newcomens Dampmaskine indrettet, og som man ser er det væsenlig de papinske Ideer, der her ere omsatte i praktisk Form. Stemplet er beholdt, men virker nu her ganske anderledes hensigtsmæssig, idet Balancen er kommen til. Den atmosphæriske Lufts Tryk driver her som der Stemplet ned og er den egenlige Motor, hvorfor Maskinen rettest bør kaldes en atmosphærisk Maskine eller atmosphærisk Dampmaskine; men alt er langt anderledes fuldkommen end hos Papin, her er en virkelig Maskine med regelmæssig Gang, naar blot Hanerne a og b aabnes og lukkes i rette Tid. Størrelsen af det Arbejde, den kan udføre, retter sig efter Stemplets Fladeindhold og kan blive ikke ganske ringe selv for Maskiner af Middelstørrelse. Antage vi f. Ex. at Stemplet holder 1 Alen i Gjennemsnit, saa er dets Overflade 452,16 Kvadrattommer, saa at Trykket, regnet til 14,14 Pd. paa Kvadrattommen, bliver 6393,5 eller naar der fraregnes 25 pCt. til Gnidningsmodstand 4795,15 Pd., en ikke ubetydelig Størrelse.

Heri laa et stort Fortrin fremfor Saverys Maskine; thi medens den, som vi have set, var nødt til at arbejde med et temmelig højt Tryk, og endda var begrændset i sin Virken, saa arbejdede Newcomens Maskine med et Tryk, der kun lidt oversteg Atmosphærens, og gav dog betydelig Arbejdskraft.

Uden Mangler var den ikke, og de følte snart; det er saaledes uhensigtsmæssig at have Cylinderen staaende umiddelbart paa Dampkjedlen, thi selv om den er nok saa godt afstivet ved stærk Tømmerværk, saa vil dog den Rystelse og de Stød, den faar under Stemplets Bevægelse, lidt efter lidt bringe baade den og Kjedlen ud af deres Leje, og Erfaringen viste ogsaa, at Stemplet kunde løfte baade Kjedel og Cylinder et anseligt Stykke. Man fandt derfor senere paa at anbringe Cylinderen ved Siden af Kjedlen, og fik derved tillige den Fordel, at Maskinen ikke blev saa høj, saa at Maskinhuset kunde bygges lavere.

Ogsaa udfordredes der en ikke ringe Agtpaagivenhed af den, der skulde passe Maskinen. De to Haner maatte med regelmæssige Mellemrum aabnes og lukkes, et meget kjedeligt og ensformigt Arbejde, som man imidlertid takket være en fiffig Dreng, der i 1713 var sat til at passe en saadan Maskine i Wolverhampton, kom udover. Han fandt nemlig paa at binde Snore fra Hanerne op til Balancen paa saadan Maade, at Maskinen selv udførte denne Bestilling, og det med langt større Nøjagtighed, end nogen Arbejder formaaede. Hans Navn er bleven foreviget derved, det var Humphry Potter. Skjøndt i og for sig meget primitiv gav denne Methode at styre Maskinen paa dog et ganske godt Resultat, men det vigtigste var dog, at man fik Øje paa Spørgsmaalet og gav sig af med det.

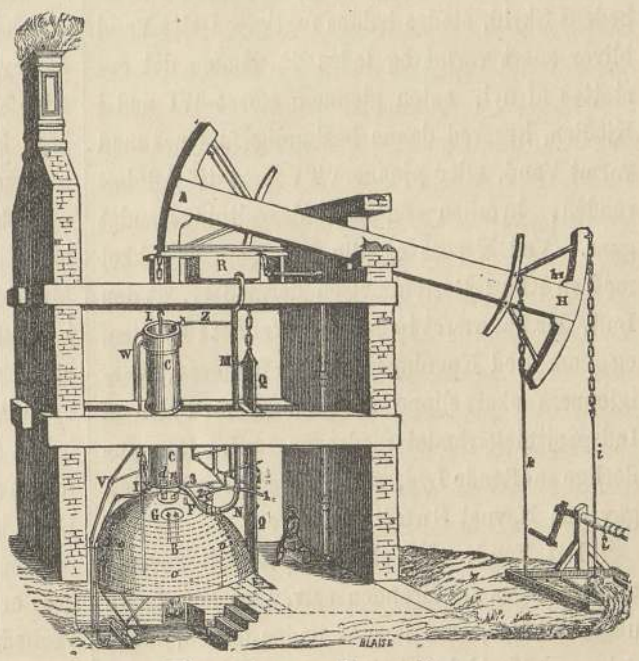


Fig. 9. Newcomens Dampmaskine.

Hvorledes nu saadan en Maskine fuldt opstillet og betydelig forbedret saa ud, kan man

danne sig et Begreb om ved Figur 9, der gjengiver en Tegning fra Desaguliers Physik 1734.

C er Dampcylinderen, der modtager Dampen fra Kjedlen oo, som tildels er indmuret. Dampen træder ind gjennem Hanen d, hvis Haandtag er omdannet til en Vægtstang 3, der er fæstet i Brædtet QQ. Halvdelen af den særdeles store Balance ligger inde i Maskinhuset, Resten udenfor, idet Axlen, hvorom den drejer sig, ligger i Muren.

Naar Dampen har trykket Stemplet op og Balancen indtaget sin største Udslagsstilling, lukker Maskinen selv Hanen d og aabner samtidig ved Hjælp af Vægtstangsforbindelsen 1, 2 en Hane paa Røret MN, hvorved Vand fra Beholderen R strømmer ind i Cylinderen gjennem en Bruse ved n, saa at det kommer ind i mange fine Straaaler. Dampen fortættes da strax, Stemplet drives af Atmosphærens Tryk ned og Pumpestængerne i, k sættes i Bevægelse.

Røret Z leder Vand ned paa Stemplet, hvorved den Skindbeklædning, det har for Tæthedens Skyld, stedse holdes fugtig. Dette Vand bliver snart varmt og ledes da, inden det erstattes af nyt, enten gjennem Røret WI ned i Kjedlen, hvorved denne bestandig forsynes med varmt Vand, eller gjennem TV bort til Afløbsrenden, hvorhen ogsaa Indsprøjtningsvandet gaar. Ved X sees et lille Rør, som er lukket med en Klap; Bestemmelsen dermed er, at den Luft, der har været indsuget af Vandet i Kjedlen, og som ved Kogningen igjen frigjøres, derigjennem skal slippe ud sammen med den af Indsprøjtningsvandet medrevne Luft. Den underlige snøftende Lyd, som derved frembragtes, gav den Navnet Snøfteklappen.

Det Vand, der skal benyttes til Fortætningen, tages fra Brønden selv, idet der derfra udgaar et Rør, som lægges under Jorden, indtil det naar Maskinhuset, hvor det løber op langs Muren og munder ud i R; Stangen k trykker Vandet op igjennem det.

Endelig viser Figuren ved QQ et Brædt, som bæres af en til Balancen fæstet Kjæde og derved nødes til at følge Balancens Bevægelser. Til dette Brædt, som er en forbedret Udgave af Humphry Potters primitive System at aabne og lukke Hanerne til rette Tid, ere alle Vægtstængerne, som udgaa fra Hanerne, fæstede. Det blev indført 1718 af Henry Beighton under Navn af Tapbommen og arbejdede naturligvis langt mere akkurat end Snorene. Maskinen kunde ved dets Hjælp drives op til at gjøre 15 Stempelslag i Minutet. Tillige anvendte han for første Gang en lille Trykpumpe, der trykkede Vand ind i Kjedlen for at erstatte, hvad der ved Fordampningen var gaaet tabt. En væsenlig Forbedring fik Newcomens Maskine 1717 af den omtalte Desaguliers, idet han satte Papins Sikkerhedsventil paa den. Man ser den ved O Figur 8 og F Figur 9. At de fra Saverys Maskine bekjendt Prøvehaner naturligvis ogsaa indførtes (G Figur 9) følger af sig selv.

At Maskinen ved alle disse Forbedringer efterhaanden naaede en betydelig Fuldkommenhed er klart nok; den udbredte sig hurtig ogsaa udenfor sit Fædreland og vakte stor Interesse. Man kan se det af den synlige Forkjærlighed, hvormed den Tids Forfattere særlig dvæler ved og detailleret omtaler den. Belidor offrer saaledes mange Tavler i sit bekjendte Værk om Maskiner til Beskrivelse af Maskinen ved Fresne i Condé; baade han og Leupold omtale med stor Beundring et af Potter 1724 i Kønigsberg opstillet stort Exemplar; og det kunde jo da heller ikke være andet, end at et allerede saa fuldkommen Apparat maatte gjøre Indtryk. Den blev sammenlignet med et Dyr, saa fuldkommen ansaa man den for at være, og det er ganske karakteristisk, at af alle de Forbedringer, man i den nærmest følgende Tid søgte at indføre, gik kun en enkelt ud paa at ændre Bevægelsen, medens de andre skulde skaffe Brændselsbesparelse tilveje.

Sandt nok, til det man hidtil havde benyttet den, var den op- og nedadgaaende Bevægelse nok; men vilde man tænke paa en mere udstrakt Anvendelse, maatte man finde paa Midler til at gjøre Bevægelsen omdrejende.

Dette synes Keane Fitzgerald at have været den første, som har indset, men han var ikke meget heldig i sine Bestræbelser, hans Forbedringer kom ialfald ikke i almindelig Brug. De bestod i, at han indskar Tænder i Balancens Cirkelbuer og lod disse Tænder gribe ind i Tandhjul, som saa ganske vist fik en omdrejende Bevægelse i samme Retning, det ene ved Balancens Svingning opad, det andet, naar den igjen gik ned, medens saa det første holdtes fast af Spærhager. Men som man ser standsedes dog Bevægelsen herved, hvergang Balancen gik over fra den ene Bevægelse til den anden. Rigtignok søgte Fitzgerald at afhjælpe denne Mangel ved at anbringe et Svinghjul, men den hele Indretning kom dog som sagt ikke almindelig i Brug, og Dampmaskinen har neppe været praktisk anvendt til Omdrejningsbevægelser, før Krumtappen langt senere anbragtes paa den.

Forsøgene i Retning af Brændselsbesparelse førte heller ikke til noget Resultat. Paynes Methode, som bestod i at lede Vand i mange fine Straaler ind i en rødglødende Jernkjedel, hvorved en stor Del af Vandet kemisk adskiltes og ødelagde Kjedlen, opgav man snart.

Smeatons Princip derimod var fuldkommen rigtig, idet han i Stedet for den hidtil anvendte Form for Kjedler — Kobbercylindre med halvkugleformet Dæksel af Bly, — foreslog at anvende en langstrakt Form og at stille en stor Overflade til Ildens Paavirkning. Han førte derfor Varmen frem og tilbage inden i den gjennem adskillige Ildkanaler, men han overdrev det hele, saa at Kanalernes Antal blev altfor uforholdsmæssig stort og gjorde Kjedlen baade kostbar og meget vanskelig at holde i Orden. Der kom altsaa heller intet ud heraf, men Spørgsmaalet blev, som man ser, taget under Overvejelse, det var jo allerede meget.

Det var 1705 Newcomen fik sit Patent, og dog kom Maskinen først frem 1712; allerede 1713 fandt Potter paa med sine Snore at styre Hanernes Bevægelse, og 1717 satte Desaguliers Sikkerhedsklappen paa den; 1718 endelig indførte Beighton Brugen af Tapbommen. Det var altsaa i Løbet af de første 6 Aar efter Maskinens første Fremtræden, at alle disse mange Forbedringer indførtes, og at Maskinen derved blev saa fuldkommen, at man ikke troede yderligere at kunne forbedre den.

Og dog var dette jo saa langt fra Tilfældet, at den tværimod maatte undergaa en hel Omformning for at blive det udmærkede Apparat, den siden blev. Men i omtrent 60 Aar stod den paa samme Standpunkt, indtil den Mand tog fat, der blev Dampmaskinens anden Fader, Watt, som med sit mægtige Geni bragte den frem til dens nuværende Højde. Hvorledes nu det kunde gaa til, at saamange Aar forløb uden Virkning paa den, hænger sammen med det hele physiske Standpunkt paa den Tid, som vi strax nærmere skulle betragte. Først maa vi her omtale en fra de nævnte væsenlig forskjellig Konstruktion, der angaves af den alt omtalte Leupold.

I sit meget vidtløftige Værk om hydrauliske Maskiner omtaler Leupold strax i Begyndelsen af Artiklen om Ildmaskiner baade Saverys og Papins Apparater. Han angiver derpaa, hvorledes man „efter Papins Mønster“ (Figur 7) kan indrette en Maskine, der driver et Vandhjul, men dog saaledes at man kan nøjes med temmelig lidt Vand, saasom det, der pumpes op paa Skovlerne, igjen løber ned i Maskinen, og endelig beskriver han en af ham selv udtænkt Maskine, af hvilken Figur 10 giver en Afbildning.

Dampkjedlen A staar her i Forbindelse med 2 Cylindre R og S; Dampen ledes ved Hjælp af Spjældet B afvexlende ind i hver af dem,

og strømmer, naar den har virket, ud i Luften. Figuren viser, hvorledes R er fyldt med Damp,

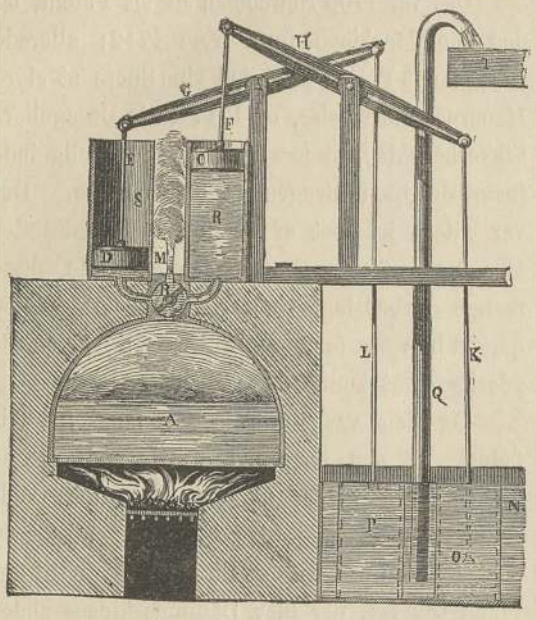


Fig. 10. Leupolds Maskine.

som har løftet Stemplet C, medens Dampen fra S strømmer ud i Luften, idet Stemplet D ved sin egen Vægt er sunket til Cylinderens Bund.

Hvert Stempel virker paa sin Vægtstang G og H, som igjen sætte Pumpestængerne L og K fra Pumperne P og O i Bevægelse, hvorved Vandet trykkes op i Stigrøret Q. Ved Tegningen er imidlertid den Fejl, at B i Leupolds Apparat var en almindelig Firegangshane, og ikke som her et Spjæld.

For at kunne trykke de tunge Stempler op maa Dampen i denne Maskine have en Spændkraft ikke saa lidt større end Atmosphærens, og naar den saa har virket, faar den Lov frit at strømme ud i Luften, medens den ved alle de hidtil brugte Maskiner er bleven fortættet. Her er altsaa et nyt Princip, det, som har faaet Navnet Højtrykksprincipet, og Leupold er den første, som har konstrueret en Højtryksmaskine.

Uden imidlertid foreløbig at indlade os paa dette Princips Vigtighed skulle vi her blot bemærke, at denne Maskine slet ikke vakte Opmærksomhed. Det synes som om den er bleven fuldstændig overset, vist er det ialfald, at det nye Princip, hvorpaa den hvilede, først langt senere blev draget frem igjen.

FEMTE KAPITEL.

THERMOMETRET. — DREBBEL. — RENALDINI. FAHRENHEIT. — REAUMUR. — CELCIUS. — BLACK's ARBEJDER OVER BUNDEN VARME OG FORDAMPNING.

Det er bleven omtalt, at Dampmaskinen i omtrent 60 Aar stod paa det Standpunkt, den havde faaet af Newcomen og de faa andre, der havde givet sig af med at forbedre den, og der er gjort opmærksom paa, at medens kun en enkelt tænkte paa at omdanne den op- og nedadgaaende Bevægelse til en omdrejende, prøvede andre at skaffe Besparelse ved at forandre Kjedlernes Indretning, dog uden Held. Ingen tænkte derimod paa at gjøre noget ved selve Princípet, ingen faldt paa at undersøge, om den hidtil benyttede Methode at anvende Dampens Spændkraft var den rette og mest hensigtssvarende. Grunden dertil er let forklarlig, den laa nemlig simpelthen deri, at Theorierne for Fordampning og Fortætning nu først bleve til, idet man først nu gav sig ifærd med alle herhenhørende Spørgsmaal. Da disse baade i og for sig ere af største Vigtighed og særlig vedrøre Dampmaskinen, turde en kort Oversigt over deres Tilbliven her være paa rette Sted.

Det er klart nok, at ingen Videnskab, som giver sig af med at sammenligne Tingene og udfinde deres indbyrdes Forhold, kan gjøre noget Krav paa Nøjagtighed i Resultaterne, forinden den har til sin Raadighed Maaleapparater, der altid ere identiske eller dog sammenlignelige i en eller anden Maalestok. Der kan jo overhovedet uden Maal ikke angives nogetsomhelst af hvad som angaar Rum, Tid eller Størrelse, hvortil man kan holde sig uden at risikere at gribe rent hen i Vejret. Derfor kan ingen Erkjendelse gjøre synderlige Frem-

skridt, forinden den har skaffet sig sit Maaleapparat, og derfor ligger det Spørgsmaal bestandig først for, hvor der er Tale om nye Phænomener, hvorledes kan de maales.

Paa den Tid, vi her omtale, Begyndelsen og Midten af det 18de Aarhundrede, kunde man aldeles ikke sammenligne Varmephænomenerne, thi intet Maaleapparat stod endnu i den Retning til Raadighed. Vel forelaa der et Instrument, som kaldtes Thermometer, men det bar med Urette dette Navn, thi det kunde aldeles ikke give noget Maal for Varme, det kunde kun angive, hvorvidt forskjellige Legemer havde forskjellig Varmegrad, ikke derimod dennes Størrelse. Hvorledes man da bar sig ad for desuagtet at faa et Slags Temperaturangivelse viser f. Ex. Papins Forsøg med Gryden. Naar han vilde skaffe sig at vide, hvor varm Dampen i Gryden var, lod han en Draabe Vand falde paa Laaget og talte det Antal Sekunder, der forløb, indtil den var helt fordampet. Den kortere eller længere Tid, det tog, tjente ham som Angivelse; men man ser let, hvor løs en saadan Angivelse maatte blive.

Det første Thermometer tilskrives gjerne Drebbel, en paa Overgangen fra det 16de til det 17de Aarhundrede bekjendt dygtig hollandsk Mekaniker og Optiker. Han blandede Vand og Salpetersyre i en Skaal og opløste lidt Messing deri for at give det Farve. Naar han saa satte den aabne Ende af et ligesom vore Thermometerrør med Beholder forsynet Glasrør ned i Vædsken og varmede Beholderen, saa udvidede Luften i Beholderen sig, noget af den løb ud, og afkjøledes da Apparatet, steg lidt Vædske op i Røret. Forandrede nu Omgivelsernes Varmegrad sig, er det øjensynlig, at Vædsken enten vilde stige eller synke; men, som man ser, fik man ingen Angivelse af Temperaturens Størrelse.

Midt i 17de Aarhundrede forandredes dette Instrument af et af Medlemmerne af det florentinske Academia del Cimento saaledes, at det nu fik den af os endnu benyttede Form, et Rør med Kugle fyldt med farvet Vinaand og lukket foroven. Det Punkt, hvorved Vædsken stillede sig, naar Apparatet hængtes op i en dyb Kjelder, mærkedes med Nul, og 100 Inddelinger af vilkaarlig Længde afsattes derfra til begge Sider, baade opad og nedad. De øverste kaldte man Varmegrader, de nederste Kuldegrader; men naturligvis angav to saadanne Thermometre altid forskjellig Varmegrad, det ene lod sig ikke sammenligne med det andet.

Saadan stod Sagen imidlertid indtil 1694, da Renaldini i Padua foreslog at mærke det Punkt med Nul, hvorved Vinaanden stillede sig, naar Instrumentet blev omgivet med Is. Derefter skulde man efterhaanden blande 1, 2, 3 ... 11, 12 Dele kogende Vand med 11, 10, 9 ... 1, 0 Dele koldt Vand (Isvand) og mærke hvert af de Punkter, hvortil Vinaanden gik op, naar Thermometret sænkedes i disse Blandinger, med 1, 2, 3 ... 11, 12 Grader, saa havde man et virkeligt Thermometer. Viste det paa et Sted 2 Grader, paa et andet 3 Grader, saa vilde begge Steders Varme forholde sig som 2 til 3.

Endskjøndt nu dette forudsætter, at Instrumentet angiver Varmens absolute Størrelse, hvad det ikke gjør, og endskjøndt Vinaanden ikke udvider sig lige meget, naar Varmen tiltager lige meget, saa havde dette Thermometer med alle sine Fejl dog den store Egenskab, at det for første Gang angav Ispunktet og Kogepunktet, hvad jo allerede var overmaade meget.

Efter flere andre mer eller mindre uheldige Forsøg lykkedes det endelig i 1714 at forfærdige indbyrdes overensstemmende Thermometre. Æren derfor tilkommer ubetinget Gabriel Fahrenheit, en physisk Instrumentmager i Danzig. Han havde bemærket, at man ved at blande lige store Dele Sne og Salmiak kunstig kunde frembringe samme Kulde, som man fra Naturens Haand havde faaet at føle i den strenge Vinter 1709. Det Punkt, hvortil Vinaanden i hans Thermometer sank, naar han sænkede det i en saadan Blanding, betegnede

han med Nul. Efter en af Halley 1680 givet Anvisning foretrak han imidlertid snart Kvægsølv for Vinaand, og han fandt, at naar man inddeler den Mængde Kvægsølv, Thermometret rummer ved 0° i 11124 Dele, saa udvider dette sig 32 Dele, naar Thermometret sættes i smeltende Is, 212 Dele, naar det sættes i kogende Vand, og endelig 600 Dele, naar Kvægsølvet koger. Derfor inddelte Fahrenheit det Rum, Kvægsølvet udvider sig fra hans Nulpunkt, indtil det koger, i 600 Dele; men da det i Reglen ikke er nødvendig at have saa stor en Skala, saa forfærdigede han kun sine Thermometre saa store, at de viste Vandets Kogepunkt.

Fahrenheits Skala strækker sig altsaa over 212 Dele; det viser 32° ved Vandets Frysepunkt, 212° ved dets Kogepunkt, eller regnet fra det første af disse to Punkter til det andet, har det 180 Grader.

Dette Thermometer blev strax modtaget med Bifald, men det har ikke holdt sig andre Steder end i England, Rusland og Amerika, efterat det i andre fandt Rivaler, der ere baade mere rationelle og langt bekvemmere.

I 1730 gav nemlig Réaumur Vinaandsthermometret følgende Indretning. Han benyttede som Vædske Vinaand blandet med en Femtedel Vand, forat dets Kogepunkt kunde komme til at ligge højere end ellers. Til Nulpunkt tog han det, hvorved Vædsken stiller sig, naar Instrumentet sættes i Vand, som er ved at fryse, og ved Vandets Kogepunkt satte han 80°, fordi han ved Forsøg havde fundet, at Thermometervædsken udvidede sig 80 Tusindedele mellem Frysepunktet og Kogepunktet.

Det er dette Thermometer, der benyttes hos os og de fleste Steder i Tyskland.

Endelig foreslog Professor i Upsala Celsius 1742 at se rent bort fra Udvidelsesforholdene og blot tage Hensyn til de to Punkter, som man altid kan finde igjen, Vandets Frysepunkt og Kogepunkt, og idet han da inddelte Afstanden mellem de to Punkter paa Thermometerrøret, hvorved Vædsken stiller sig ved disse Varmegrader, i 100 lige store Dele, konstruerede han saaledes Hundrededelsthermometret, som det i den franske Revolution blev kaldt. Det bruges stedse i Frankrig og Sverrig.

Som man ser af denne Fremstilling er altsaa 100° C $= 80^\circ$ R $= 180^\circ$ F eller 5° C $= 4^\circ$ R $= 9^\circ$ F, hvorved man let kan omsætte den ene Inddeling til den anden, idet man dog for Fahrenheits Thermometer maa erindre, at hans Nulpunkt staar 32° F under vort.

Følgende Tabel giver for hver 5te Grad Celsius fra ÷ 25 til 100 Grader de tilsvarende Temperaturer efter de to andre Skalaer.

Celsius.	Réaumur.	Fahrenh.	Celsius.	Réaumur.	Fahrenh.
÷ 25	÷ 20	÷ 13	40	32	104
÷ 20	÷ 16	÷ 4	45	36	113
÷ 15	÷ 12	5	50	40	122
÷ 10	÷ 8	14	55	44	131
÷ 5	÷ 4	23	60	48	140
0	0	32	65	52	149
5	4	41	70	56	158
10	8	50	75	60	167
15	12	59	80	64	176
20	16	68	85	68	185
25	20	77	90	72	194
30	24	86	95	76	203
35	28	95	100	80	212

I Almindelighed er

x° C $= \frac{4}{5}\, x^\circ$ R $= [\frac{9}{5}\, x + 32]^\circ$ F

x° R $= \frac{5}{4}\, x^\circ$ C $= [\frac{9}{4}\, x + 32]^\circ$ F

x° F $= \frac{5}{9}\, [x \div 32]^\circ$ C $= \frac{4}{9}\, [x \div 32]^\circ$ R.

Efterat man da saaledes havde faaet et paalideligt Maaleapparat, kunde man tage fat paa de nærmere Bestemmelser af Varmephænomenerne. Det var Joseph Black, Professor i Kemi og Anatomi ved Universitetet i Glasgow, der grundlagde den Del af Varmelæren, som her ligger os nærmest. Alt længe havde man vidst, at de forskjellige Legemer fordre en uligestor Varme for at smelte, og at om-

vendt de smeltede Legemer for at størkne maa afkjøles ulige meget; men de nærmere Omstændigheder ved Smeltningen og Styrkningen kjendte man ikke. En enkelt Iagttagelse af Fahrenheit stod hen som et Særsyn, den nemlig, at Vand under visse Forhold kan afkjøles betydelig under den Varmegrad, hvorved det ellers fryser, uden at blive til Is, og at det omvendt, naar det saa endelig fryser, bliver varmere, idet det da pludselig antager den Temperatur, ved hvilken det ellers bliver til Is. Dette gav Black Anledning til i 1762 at anstille en hel Række i sig selv meget simple, men derfor ikke mindre oplysende Forsøg, hvorved han klarede Begreberne.

Han blandede to lige store Vægtmængder Vand af forskjellig Temperatur sammen, og saa nu, at Blandingen antog en Varmegrad lig den, der ligger midt imellem de oprindelige. Har f. Ex. den ene 40 Graders Varme, den anden 20, faar Blandingen en Temperatur af 30 Grader.

Men ganske anderledes forholder det sig, naar lige store Vægtmængder Is og Vand blandes; Blandingens Temperatur bliver da ikke Middeltallet af de oprindelige. Tager man f. Ex. et Pund Is, som har 0 Graders Varme, og et Pund Vand, som er 79 ° Celsius varmt, da vil Thermometret vise 0 °, naar Isen er helt smeltet. For at faa et Pund Is smeltet maa man altsaa anvende saamegen Varme, som indeholdes i et Pund til 79 ° opvarmet Vand, eller Is bruger for at smelte lige saa megen Varme, som er fornøden for at varme en lige saa stor Mængde Vand op til 79 °. „Denne Varme", siger Black, „synes saaledes at absorberes af Vandet eller at skjule sig deri paa en saadan Maade, at Thermometret ikke kan vise os den"; han kalder den derfor bunden Varme, idet den paa en saadan Maade er bunden til Vandet, at den ikke frit kan virke paa Thermometret eller vor Haand, naar vi stikker den ned i Blandingen.

Nu kan man forstaa, hvorfor Varmegraden ikke stiger fra det Øjeblik, en Ismasse er begyndt at smelte, indtil den er helt smeltet, uagtet man hele Tiden fyrer paa og altsaa tilfører Varme. Det ligger i, at Varmen forbruges til Smeltningen, at den er den Kraft, der saa at sige river de i den faste Is stærkt til hinanden fæstede Partikler fra hinanden og holder dem flydende. Og omvendt, naar Vand afkjøles, vil et deri sænket Thermometer ikke synke fra det Øjeblik, den første Iskrystal danner sig, indtil hele Massen er bleven til Is, fordi den Varme, som Vandet fik, da det smeltede, nu gaar fra det igjen og kaster sig paa Thermometret, som derved skjærmes mod Afkjøling. Men er først al den bundne Varme gaaet bort, er al Vandet frussen, saa synker Thermometret igjen som til at begynde med.

Fahrenheits Forsøg finder da sin Forklaring deri, at Vandet, som rigtignok er afkjølet under Frysepunktet, men dog endnu ikke bleven til Is, netop derfor endnu har beholdt sin bundne Varme. Men saasnart Frysningen indtræder, frigjøres denne og varmer det op til det almindelige Frysepunkt 0 °.

Efter at have klaret dette første Punkt tog Black fat paa det Spørgsmaal, om alle Legemer bruge lige megen Varme for at smelte, det vil sige, om man, naar Legemerne først ere opvarmede til deres Smeltepunkt, maa tilføre lige megen Varme for at faa Smeltningen fuldført. Det viste sig, at dette ikke var Tilfældet, og Forsøgene gave det særdeles overraskende Resultat, at af alle de Legemer, han prøvede, var Vand det, der fordrede mest Varme.

Endelig undersøgte han Forholdene ved Vandets Overgang fra flydende Tilstand til Damp. Ogsaa her viste det sig, at der behøvedes en vis Mængde Varme blot til at omdanne Vandet til Damp uden forøvrigt at forøge dets Temperatur.

Der bliver da altsaa ogsaa Varme bunden ved Fordampning, og det ikke ganske lidt, idet

det ved senere nøjagtige Forsøg af Regnault er godtgjort, at der for at omdanne et Pund 100 ° varmt Vand til Damp forbruges lige saa megen Varme, som er nødvendig til at opvarme 5,37 Pd. Vand fra 0 ° til 100 °, eller med andre Ord 537 Gange saameget, som kan opvarme 1 Pd. Vand 1 Grad.

Man er kommen overens om at kalde den Mængde Varme, der udfordres for at opvarme 1 Pd. Vand 1 Grad, en Varmeenhed. Der fordres altsaa for at fordampe 1 Pd. kogende Vand 537 Varmeenheder, eller da det allerede inden Overgangen til Damp har modtaget 100 Varmeenheder, saa har 1 Pd. Vanddamp, som er 100 ° varmt, 637 Varmeenheder i sig.

Naar omvendt Dampen fortætter sig, afgiver den sin bundne Varme, hvad man kan se ved at lede Vanddamp ned i koldt Vand; dette vil da opvarmes. Og har man netop ledet Dampene af 1 Pd. kogende Vand ned i 5,37 Pd. Vand, 0 ° varmt, saa ville disse sidste komme i Kog. Derpaa beror Dampkogning.

De hidtil angivne Tal referere sig til, at Vandet fordamper ved en Temperatur af 100 ° C. Men efter Regnaults Undersøgelser er den Mængde Varme, der fordres til Fordampningen, ikke den samme ved forskjellige Temperaturer; følgende Tabel angiver de Varmemængder, der ere fornødne for at forvandle ét Pund Vand til Damp ved de vedføiede Temperaturer. Første Spalte angiver Dampens Temperatur, anden Spalte den til Fordampningen nødvendige Mængde Varme, udtrykt i Varmeenheder; tredie Spalte angiver i Varmeenheder den Mængde Varme, der fordres for at forvandle et Pund 0 ° varmt Vand til Damp, der holder den Temperatur, som første Spalte angiver.

Temperatur.	Bunden Varme.	Hele Mængde Varme.
0 °	606,5	606,5
20	592,6	612,6
40	578,7	618,8
60	564,7	624,8
80 °	550,6	630,9
100	536,5	637,0
120	522,3	643,1
140	508,0	649,2
160	493,6	655,3
180	479,0	661,4
200	464,3	667,5
220	449,4	673,5

Det fremgaar af denne Tabel, at der kun er megen ringe Forskjel paa de Varmemængder, som ere nødvendige for at forvandle et Pd. 0 ° varmt Vand til Damp, som holder 100 ° Varme og til 200 ° varm Damp; Forskjellen er nemlig kun 667,5 ÷ 637,0 = 30,5 Varmeenheder. Men da nu, som næste Tabel vil vise, Damp, som er 100 ° varm, kun har 1 Atmosphæres Spændkraft, medens 200 ° varm Damp har 16 Atmosphærers Spændkraft, saa følger heraf, at man maa bruge næsten lige saa meget Brændsel for at forvandle 0 ° varmt Vand til Damp af lav Spænding som til Damp af høj Spænding, eller at det med Hensyn til Bekostningen af Brændematerialet kommer omtrent ud paa et, om man frembringer Damp af lav eller af høj Spænding, et for Dampkraftens Anvendelse overordentlig vigtigt Resultat.

Æren for at have lagt Grunden til alt dette tilhører da Black, men naturligvis er det hele bleven ført langt videre og langt anderledes nøjagtig undersøgt, end han kunde gjøre det. Imidlertid, han gav Impulsen og det er paa Grundlag af hvad han gav, at Watt, som man vil faa at se, kom i rette Spor med sine Forbedringer af Dampmaskinen. Endnu blot først et Par Bemærkninger om Dampdannelse og Dampspænding.

Vand kan fordampe under enhver Temperatur, selv i stærk Frost; ved lave Temperaturer sker Fordampningen kun fra Overfladen, ved højere ogsaa fra Vædskens Indre. Paa de

Dele af Karrets Inderside, der ere Ilden nærmest, danne sig smaa Dampbobler, som rive sig løs og gaa tilvejrs, men til at begynde med fortætte de sig igjen i de højere liggende Vandlag — da „snurrer“ Vandet — indtil endelig Varmen er bleven saa stor, at de have Spændkraft nok til at bryde sig Vej helt igjennem; da koger det.

Dampens Spændkraft er da saa stor, at den baade kan holde Ligevægt med Vandtrykket i Karret og med Luftens Tryk; men deraf følger igjen, at Kogepunktet maa forandre sig ved Forandringer i disse to Tryk, saasom Dampspændingen da enten ikke behøver at være saa stor eller maa være større, og den igjen er afhængig af Varmegraden.

Kogepunktet er altsaa ikke noget i og for sig fast Punkt, men retter sig efter de omtalte Tryk; derfor koger Vand i flade Kar ved lavere Temperaturer end i høje, i større Højder over Jorden ved ringere Varmegrad end hernede, og derfor koger det kun ved 100 ° under den Forudsætning, at Lufttrykket har en ganske bestemt Størrelse, 1 Atmosphæres Tryk.

I Papins Gryde maa Kogepunktet altid være over 100 Grader, saasom Dampen er indesluttet og trykker tilbage paa Vædsken, og det er klart nok, at jo større Tryk, der anbringes paa Ventilen, desto højere maa Kogepunktet stige, og desto større maa Dampenes Spændkraft blive. Sættes et Thermometer ind igjennem Laaget af Gryden, kan det vise Kogepunktet ved ethvert til Ventilens Belastning svarende Tryk, som igjen direkte angiver Dampspændingen i Pund.

Følgende Tabel viser Dampens Spændkraft og Rumfang i Forhold til den Mængde Vand, hvoraf den er frembragt, svarende til de vedføjede Varmegrader.

Spændkraft		Temperatur.	Rumfang.
i Atmosphærer	i Pund.		
0,25	3,53	64,7	6198
0,5	7,07	81,7	3229
1,0	14,14	100,0	1700
1,5	21,21	112,2	1190
2,0	28,28	120,6	900
2,5	35,34	128,4	733
3,0	42,41	133,9	620
3,5	49,48	139,4	535
4,0	56,55	144,0	477
5,0	70,69	152,2	388
6,0	84,83	159,2	326
7,0	98,97	165,3	282
8,0	113,10	171,2	248
9,0	127,24	176,8	221
10,0	141,38	181,3	200

SJETTE KAPITEL.

WATTS FØRSTE ARBEJDER. — PRINCIPET FOR DEN ENKELTVIRKENDE DAMPMASKINE. — ROEBUCK. — BOLTON. CORNWALLMASKINEN.

Det var i Aaret 1763, at den Mand tog fat paa at forbedre Dampmaskinen, som blev dens anden Fader, Watt, som dengang var en lille fattig Instrumentmager i Glasgow.

James Watt var født i Greenock den 19de Januar 1736 af en hæderlig bekjendt skotsk Handelsfamilie, hvis Formuesomstændigheder paa Grund af uheldige Spekulationer vare gaaede saameget tilbage, at det trods Drengens Lyst og Evner til Studeringer var nødvendig at sætte ham i en Vej, der hurtigere end den studerende kunde give ham Underholdet. Han blev derfor 16 Aar gammel sat i Lære hos en physisk og nautisk Instrumentmager, hos hvem han blev i 4 Aar; derpaa drog han til London, hvor han tilbragte et Aar hos en dygtig Mester, men maatte da for sit svage Helbreds Skyld vende tilbage til Skotland igjen.

Han vilde nu nedsætte sig i Glasgow som physisk Instrumentmager, men havde som Fremmed en hel Del at kjæmpe mod Byens Laugs-

aand, der ikke tillod ham at aabne selv et nok saa beskedent Udsalg, saa at han var i en meget kritisk Stilling, der truede med aldeles at standse ham, da heldigvis Universitetets Mellemkomst friede ham ud af den pinlige Forlegenhed. Det udnævnte ham nemlig til Konservator ved dets physiske Samling og tillod ham mod at paatage sig Forfærdigelsen og Vedligeholdelsen af de physiske Instrumenter, det brugte, at aabne en lille Boutik i et det tilhørende Lokale. 1757 sad da altsaa Watt i denne tarvelige Stilling.

Imidlertid, han havde faaet Fodfæste og var end Stillingen tarvelig, saa gav den ham dog det nødvendige og bragte ham desuden i Bekjendtskab med de i hans Retning ledende Mænd ved Universitet og saadanne Elever, som særlig lagde sig efter physiske Studier. En af dem var den senere som Mathematiker og Kemiker bekjendte Robison, der dengang studerede ved Universitetet, og som havde søgt Watt for at meddele ham sine Tanker om Dampmaskinens Anvendelse blandt andet til at trække Vogne og høre hans Mening derom. Dette ledede til, at Watt allerede i 1759 kom til at experimentere med Damp; han gjorde Forsøg med Papins Gryde, indrettede sig en Model til en Højtryksmaskine, men Faren for Sprængning og Vanskeligheden ved at holde Sammenføjningerne tætte, lode ham snart opgive disse Forsøg igjen.

Derfor bleve de dog ikke frugtesløse; den daglige Omgang med Robison lagde nemlig Grunden til deres senere Venskab, og det kunde jo heller ikke være andet, end at de to, der begge saa stærkt interesserede sig for de samme Spørgsmaal, maatte føle sig nær sammenknyttede.

Robison har senere givet en Skildring af Watt fra den Tid, der tilfulde viser, hvor stærkt et Indtryk, han gjorde paa ham. „Endskjøndt jeg ikkun var Elev“, siger han, „var jeg dog saa forfængelig at tro, at jeg havde gjort endogsaa betydelige Fremskridt i mine Yndlingsstudier, dengang man præsenterede mig for Watt. Men jeg maa tilstaa, jeg blev i høj Grad slaaet, da jeg opdagede, hvorlangt denne unge Arbejder var mig forud. Saasnart en eller anden Vanskelighed viste sig for os ved Universitetet, og det ligemeget af hvad Natur, toge vi strax vor Tilflugt til vor Instrumentmager, for hvem ethvert nyt Spørgsmaal strax blev en Kilde til grundige Studier og Opdagelser. Aldrig gav han tabt, før han fuldkommen havde klaret Sagen, enten ved at reducere den til intet, eller ved at drage et smukt og vigtigt Resultat af den. Da han engang mente, at det for at løse et saadant Spørgsmaal var nødvendig at læse Leupolds Værk om Maskiner, gav han sig strax til at lære Tysk; af lignende Grunde lærte han sig selv en anden Gang Italiensk..... Den unge Ingeniørs Fordringsløshed stemte strax alle, som nærmede sig ham, til Velvillie, og skjøndt jeg har set en Del i Verden, maa jeg tilstaa, at det vilde være mig umulig at nævne endnu et Exempel paa, at en saa oprigtig og almindelig Hengivenhed er bleven nogen saa overlegen Person til Del. Men denne Overlegenhed fremtraadte ogsaa under den elsværdigste Oprigtighed, og den indrømmede frit og gjerne enhver sin Fortjeneste, ja Watt indrømmede endogsaa sine Venner Æren for Opfindelsen af saadanne Ting, som i Virkeligheden som oftest var hans egne Ideer i anden Form.“

I fire Aar hvilede nu Forsøgene over Dampkraft, indtil de en skjønne Dag i 1763 bleve optagne paany. Grunden dertil var den, at Universitetets Model af Newcomens Dampmaskine havde vægret sig ved at gjøre Tjeneste; Professor Anderson, som ønskede at benytte den ved sine Forelæsninger, sendte den da til Watt for at blive efterset.

Watt gik Lodningerne og alle Sammenføjninger efter og prøvede nu Modellen, men det viste sig, at den frembragte Damp kun

med Møje formaaede at løfte Stemplet, hvortil Grunden, mente han, laa i, at Cylinderen var altfor stor i Sammenligning med Kjedlen, saa at denne ikke nær kunde producere den Mængde Damp, der var nødvendig. Han skar da et Stykke af Cylinderen af og prøvede igjen, denne Gang med Held; nu kunde Maskinen arbejde nogenlunde regelmæssig*).

Men foruden denne Betragtning af Forholdet mellem Cylinderens og Kjedlens Rumfang gav Modellen Anledning til mange andre. Han havde saaledes lagt Mærke til, at naar Dampen trængte ind i Cylinderen, blev denne saa varm, at man ikke kunde holde Haanden paa den; men al denne Varme gik ved den paafølgende Indsprøjtning af Fortætningsvandet helt tilspilde. Man maatte nemlig bruge en særdeles stor Mængde koldt Vand til at fremkalde Fortætningen; thi indsprøjtede man kun lidt, saa vilde det, saasom det ikke var underkastet noget ret stort Tryk, komme i Kog allerede ved den forholdsvis lave Varmegrad, Cylinderen endnu havde, og udvikle Dampe, der modsatte sig Stemplets Nedgang, altsaa gav Krafttab. Og omvendt, naar Stemplet atter skulde op, og Dampen derfor igjen indlodes, saa mødte den Cylinderens til mindst 40° C afkjølede Metalvægge, og inden disse bleve saa vidt opvarmede, at Dampen kunde holde sig som Damp og udøve Tryk, gik der atter her en urimelig Mængde Varme tabt.

*) Man vil heraf indse, hvor lidet begrundet den meget almindelige Historie er, ifølge hvilken han skulde have „opfundet Dampmaskinen“ ved tilfældigvis at have bemærket, at Dampen i en Thekjedel løftede Kjedlens Laag. Denne Historie, der er et af de mange Exempler paa den Lyst, man har haft til at tilskrive de store Opdagelser og Opfindelser Tilfældets Magt — og man erindre i den Henseende blot hvad der er fortalt om Ørsteds Opdagelse af Elektromagnetismen — spredes yderligere blandt det store Publikum og gives ligesom Historien om de Caus foreget Vægt ved at illustreres. Et stort Lithografi „Watts Opdagelse af Dampmaskinen“, der fremstiller en Mand i Arbejdsdragt, som med en meget dybsindig Mine stirrer paa en Thekjedel, hvis Laag han har lagt tilrette med en Ildtang, han endnu holder i Haanden, — var for et Par Aar siden i lang Tid udhængt i et Forgyldervindue paa Kjøbenhavns Vesterbro, hvor det stadig tiltrak sig en meget ufortjent Opmærksomhed.

Det var derfor et stort Spørgsmaal, hvad der var det fordelagtigste, enten at arbejde med en ringe Mængde Fortætningsvand og derved spare en betydelig Mængde Brændsel, men til Gjengjæld rigtignok ogsaa faa en mindre Arbejdskraft, eller lade en stor Bekostning til Brændsel gaa op mod den større Kraft, man fik ved en mere fuldkommen Fortætning.

Watt heldede oprindelig til den første Anskuelse og indrettede sig da paa at holde Cylinderens Varmegrad saa konstant som mulig. Til den Ende forfærdigede han den af Træ, men da dette slog sig, maatte han igjen tage Metalcylinderen i Brug, forsynede den dog med et Træhylster (Trøjen) og stoppede, for endnu bedre at holde paa Varmen, stødt Trækul ind imellem dem. Dog, han frafaldt snart den hele Tanke; thi vel blev Udgiften til Brændsel reduceret til det halve af hvad den før var, men Maskinen arbejdede til Gjengjæld med saa ringe Kraft, at den blev upraktisk.

Der var da intet andet for end at arbejde paa den gamle Methode, naar man ikke kunde finde paa paa en eller anden Maade at fortætte Dampen uden at afkjøle Cylinderen. Det blev altsaa det store Spørgsmaal, det blev en Opgave, hvorpaa han arbejdede længe og vedholdende, og som man ser kom altsaa ogsaa han ligesom de tidligere Experimentatorer ind paa Brændselsbesparelsen; men medens de, for at naa dette Maal, kun gjorde Forandringer ved Kjedlerne, tog han fat i selve Knudepunktet, Maskinens allersvageste Side, Fortætningen.

En Række Iagttagelser anstillede med dette bestemte Formaal for Øje havde vist ham, at man for tilstrækkelig at ophede den ved Fortætningsvandet afkjølede Cylinder maatte indlade gjennemsnitlig 3 Gange saamegen Damp, som Cylinderen kunde rumme, eller at der med andre Ord gik tre Fjerdeparte af Varmen tilspilde. Dette havde højlig forundret ham, og han gav sig da nu, for at komme paa det Rene

med alle herhenhørende Spørgsmaal, til at anstille en Række Forsøg, som skulde gaa ud paa at vise, dels hvormange Gange Rumfanget af den af en vis Mængde Vand udviklede Damp er større end Vandets Rumfang, dels hvormeget Vand der skal til, for at fortætte en vis Mængde Damp.

Hvad det første Spørgsmaal angik, fandt han, at et Maal kogende Vand kunde frembringe 1400 Maal Damp*); for det andet Spørgsmaals Vedkommende kom han til det Resultat, at den af en Kubiktomme Vand frembragte Damp indeholdt saamegen Varme, at den kunde opvarme en Kubiktomme Vand til omtrent 980 ° F eller omtrent 525 ° C, det vil sige den kunde opvarme 5,25 Kubiktommer Vand til 100 ° C eller endelig bringe 5,25 Gange saameget Vand, som den selv var kommen af, i Kog, et Resultat, der som man ser, stemmer mærkværdig godt med Regnaults i forrige Kapitel omtalte.

Dette sidste Resultat forundrede ham i højeste Grad; han kunde aldeles ikke forklare sig, hvordan Dampen uden at have en større Varmegrad end det kogende Vand, kunde indeholde en saa stor Mængde Varme, hvor denne Varme var bleven af, hvad den tjente til. Blacks Forsøg over samme Æmne og den hele Fordampningstheori kjendte han ikke det mindste til; men videbegjærlig, som han var, vilde han skaffe sig Oplysning derom, og Tilfældet vilde, at han just henvendte sig til Black, der havde skabt Theorien.

Naar der da altsaa fortælles, at Watt havde lært det hele af Black, ja været tilstede ved dennes Forelæsninger, da maa dette bero paa en Misforstaaelse. Han kjendte intet til Sagen, førend han meddelte Black sine Resultater; men at han da fik Oplysninger og Vink, er klart, og det siger han ogsaa selv. „Jeg talte da“, siger han nemlig, „til min Ven Dr. Black derom, og han udviklede nu for mig sin hele Lære om den bundne Varme, som han nogle Aar før havde fremsat. Optaget saameget af mine egne Arbejder og Undersøgelser, som jeg havde været, kan jeg godt have hørt denne nye Lære omtalt, uden at have skjænket den den Opmærksomhed, den fortjente, indtil det Øjeblik, da jeg saaledes snublede over en af de vigtigste Kjendsgjerninger, hvorpaa denne beundringsværdige Theori hviler.“

At alle disse Forsøg maatte tage Tid, især da der kun levnedes ham Lejlighed til at anstille dem i den Fritid, som faldt af fra hans professionelle Arbejder, er klart nok. Men selv om de havde ladet sig udføre uden Afbrydelser, var der dog et langt Spring fra Kundskab til Theorien til dennes praktiske Anvendelse, og dertil kom, at mange andre Ting droge ham bort fra hans Syslen hermed. Familiens Formuesomstændigheder vare bestandig gaaede mere tilbage, saa at den nu ikke var langt fra at lide Nød; han maatte da arbejde og slide for at komme den til Hjælp. Men dertil kom endnu, at Watt havde forelsket sig; en af hans Onkler, en Mr. Miller, som boede i Nærheden af Glasgow, og hos hvem han tilbragte sine Søndage, havde nemlig en elskværdig attenaarig Datter, og for hende havde han fattet Godhed. Hans Frieri blev vel optaget baade af Faderen og Datteren, og Enden paa det blev, at Miss Miller i 1764 blev hans Kone.

Alt dette beslaglagde naturligvis i ikke ringe Grad hans Tanker og medførte tillige en Forandring i hans Stilling, idet han nu frasagde sig sin Post som Konservator og flyttede ind i Byen for at forsøge sin Lykke som Civilingenior og Landmaaler. En talrig Kreds af Venner havde han vundet sig, han haabede ved deres Indflydelse at komme igjennem.

*) Som man ser stemmer dette ikke med Tabellen i forrige Kapitel, der angiver 1700. Men erindrer man, at Watt maatte anstille sine Forsøg uden andre Hjælpemidler end Apothekerflasker, saa vil man indrømme, at allerede dette var meget respektabelt; og ser man hen til, at en Mand som Musschenbroeck havde angivet Forholdet til 14000, saa kan man skjønne, hvor godt Watt har arbejdet med sine ufuldkomne Apparater.

For hans Syslen med Dampmaskinen blev denne Forandring af største Vigtighed; han havde mere samlet Fritid, han var ikke saa bunden som før, han kunde kort sagt faa mere Ro end tidligere, og idet han da nu offrede denne Frihed paa sin Yndlingstanke, affødte hans Spekulationer allerede i 1765 Løsningen af det vigtige Problem, der saalænge havde ligget ham paa Sinde.

Det faldt ham nemlig ind, at hvis man forbandt Cylinderen med et andet Kar, saa vilde noget af Dampen paa Grund af dens Spændkraft strax strømme over i dette Kar, og holdtes det koldt enten ved Indsprøjtning eller paa anden Maade, saa maatte al Dampen strømme over og fortætte sig. Han skred øjeblikkelig til at forsøge Rigtigheden af denne Tanke. Han forbandt nemlig et kegledannet Kobberkar med et 30 Tommer langt og 4 Tommer vidt Blikrør og satte en Hane paa Røret, saaledes at der kunde spærres af for Karret. Karret fyldte han derefter med Damp fra en Dampkjedel, sænkede Røret i koldt Vand og aabnede nu Hanen, og saasnart dette var gjort, saa han Blikrøret blive presset sammen, et Bevis paa, at Overskuddet af Trykket fra den atmosphæriske Luft over det indvendige Damptryk var tilstrækkelig til at klemme Røret fladt, et Bevis ogsaa paa, at Dampens Fortætning maatte have været meget fuldkommen.

Dette heldige Udfald godtgjorde altsaa Muligheden af at kunne fortætte Dampen uden at afkjøle Cylinderen, eller ledede med andre Ord til at forsyne Maskinen med en særegen Fortætter, Kondensator. En efter dette Princip indrettet Model blev øjeblikkelig sat under Arbejde og prøvet og viste sig vel at kunne arbejde, men tilfredsstillede dog ikke.

Sagen var den, at Fortætteren var et fuldkommen lukket kugleformigt Kar, hvorfra altsaa det af den fortættede Damp frembragte Vand ikke kunde faa Afløb, saa at den lidt efter lidt fyldtes. Dette kunde nu vel nok afhjælpes, f. Ex. naar Fortætteren forsynedes med et Rør, som gik ned i en dyb Brønd. Da nemlig Luftrykket kun kan holde Ligevægt med 33 Fod Vands Tryk, maatte en saaledes indrettet Fortætter bestandig udtømme sig; men derved var dog baade Vanskeligheder og Mangler. Thi selv bortset fra Nødvendigheden af en mindst 33 Fod dyb Brønd, vilde dog den Luft, der bestandig samlede sig i Fortætteren, derved ikke være bragt afvejen. Vand indeholder jo nemlig altid mer eller mindre Luft og desto mere jo koldere det er; men deraf følger omvendt, at naar Kjedlen koger, vil Luften frigjøre sig og strømme over i Cylinderen sammen med Dampen, og selv om nu ogsaa baade Luften og Dampen kommer ind i Fortætteren, vil kun Dampen fortættes, Luften derimod holde sig som Luft og ved sit Modtryk hindre Stemplets Nedgang. Der maatte da altsaa tages fat paa en anden Maade.

I Bunden af Fortætteren blev indsat et Rør, som stod i Forbindelse med en Pumpe, og ved dennes Hjælp kunde da Vandet og Luften stadig udtømmes. Samtidig blev Fortætningen ved udvendig Afkjøling af Fortætteren opgivet, et Hul anbragt paa dens ene Side, og koldt Vand ledet ind i den som tidligere i Cylinderen; Pumpen maatte da ogsaa besørge dette Vand fjernet.

Hvad angaar Bevægelsen af denne Luftpumpe, som den kaldes, da blev den dreven af Maskinen selv, idet han fæstede Pumpestangen til Balancen, som saa tog den med sig op og ned. Han nærede vel fra først af nogen Frygt for, at Maskinen herved skulde faa for meget at trække, idet han stod i den Formening, at Fortætteren maatte have samme Størrelse som Cylinderen. Da han imidlertid fandt, at dette ikke var nødvendig, at Fortætteren tvertimod gjerne kunde være et meget lille Kar, saa kunde Luftpumpen heller ikke væsenlig besvære Balancen; han kunde altsaa uden Frygt anbringe Pumpestangen paa den.

Det til Fortætningen nødvendige Vand løb, som alt omtalt, fra den Beholder, hvori Fortætteren stod, ind i samme, og der brugtes en ikke ubetydelig Mængde dertil. At skaffe dette tilveje maatte Maskinen ogsaa paatage sig, idet nemlig endnu en Pumpestang blev fæstet paa Balancen. Denne Koldtvandspumpe fyldte da stadig Beholderen med Vand; hvad der kom formeget løb bort gjennem en Tud i Beholderens Overkant.

For at holde Stemplet lufttæt i Cylinderen havde man, som forhen berørt, brugt at helde Vand paa det, hvilket medførte en dobbelt Ulempe. Dels afkjølede det nemlig Cylinderen, dels sivede det ned imellem Stemplet og Cylinderen og avlede Damp, hvilket skadede det lufttomme Rum. Endelig havde Cylinderen intet Laag, saa at den kolde Luft kunde strømme ned i den, naar Stemplet gik ned. Alt dette afhjalp Watt, det første ved at smøre Stemplet med Tælle, det sidste ved at lukke det med et luft- og damptæt Laag. I dette indsattes en Stoppebøsse, hvori Stempelstangen bevægede sig damptæt.

Denne sidste Forandring medførte tillige en fuldstændig Forandring i Principet for Bevægelsen. Da Luften nu ikke kunde komme til at trykke paa Stemplet, maatte det nemlig drives ned ved Dampkraft. Maskinen blev altsaa fra en atmosphærisk Maskine til en virkelig Dampmaskine.

Hvorledes nu alt dette lod sig gjøre kan sees af Figur 11, der viser et Gjennemsnit af Cylinderen. Dampen kommer fra Kjedlen igjennem Røret E, og vil, naar Ventilen G, Indledningsventilen, er aaben og Ligevægtsventilen H lukket, igjennem Røret C trænge ind i Cylinderen B og trykke paa Stemplet. Naar da Ventilen K, Udledningsventilen, samtidig er aaben, saa kan den under Stemplet værende Damp frit strømme ud gjennem D og F og derfra ned i Kondensatoren, hvor den strax fortættes. Stemplet lider altsaa intet Modtryk nedenfra, og derfor vil det, naar blot Damptrykket ovenfra er stort nok til at overvinde

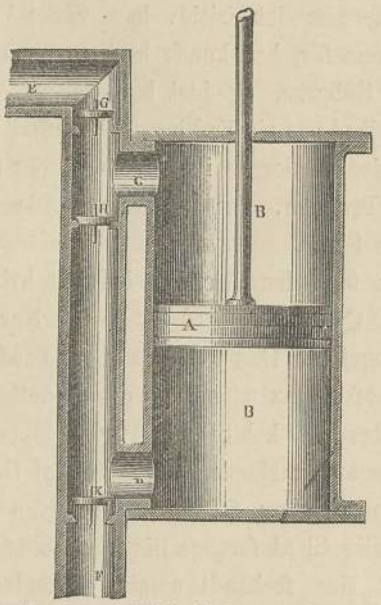


Fig. 11. Den enkeltvirkende Dampmaskines Cylinder.

alle Modstande, bevæge sig ned til Cylinderens Bund. Lukkes da Ventilerne G og K og aabnes H, saa afspærres Cylinderen baade fra Kjedlen og Fortætteren; Dampen, der hidtil har holdt sig ovenover Stemplet, kan nu frit udbrede sig og ogsaa fylde Rummet under A. Stemplet, som altsaa trykkes lige meget fra begge Sider, kan derved frit bevæge sig, og har blot den til Balancens anden Ende fæstede Pumpestang en tilstrækkelig stor Vægt, saa løfter den det til den forrige Højde igjen. Lukkes nu atter H og aabnes G og K, vil ny Damp fra Kjedlen igjen trænge ind over A, Dampen under Stemplet vil atter strømme over i Fortætteren, og det samme Spil begynder forfra, saa at Maskinen kan arbejde uafbrudt, naar blot Ventilerne aabnes og lukkes til rette Tid, hvilket sker ved en Tapbom ligesom hos Beighton.

Alle disse Forbedringer bleve efterhaanden prøvede paa den Model, han arbejdede med, og som sandelig var saare beskeden i sine Dimensioner. Cylinderen holdt neppe 2 Tommer i Gjennemsnit, Fortætteren var et Rør af en

halv Snes Tommers Længde, men Modellen viste, at alt kunde gaa, og udført senere i større Stil bekræftedes dette endnu mere. En ny betydelig større Model blev nemlig sat i Gang og arbejdede i et og alt tilfredsstillende; den blev endogsaa yderligere forbedret, forsaavidt der blev taget Hensyn til det Varmetab, Cylinderen kunde lide ved at være udsat for Luftens Afkjøling. For at undgaa det omgav han den først med en Trækylinder, men ændrede igjen senere dette derhen, at der blev lagt en hel ny Cylinder (Trøjen) udenom den oprindelige, og Damp ledet ind i Mellemrummet mellem dem.

Saaledes stod da en fuldstændig Dampmaskinemodel færdig i Watts Hus, en Gjenstand for hans stadige Syslen og Spekuleren. Som den var, var den god, langt bedre end den gamle newcomenske; den benyttede Varmen paa en langt fortrinligere Maade end denne, sparede, hvor denne ødslede, og saa havde den tillige det Fortrin, at være en virkelig Dampmaskine, hvis Kraft ikke alene var afhængig af Stemplets Størrelse, men ogsaa kunde forøges ved selve Dampspændingen. Og alle disse Forbedringer bleve i utrolig kort Tid indførte; i et Par Dage skal alle disse Tanker være undfangede, og Watt skal selv have sagt, at fra det Øjeblik, han havde fundet paa Fortætteren, kom det andet ganske af sig selv.

Naar nu erindres, at Fortætteren første Gang anvendtes i 1765 og naar, som vi siden skulle se, det først var i 1768, den kom ud i Livet, saa kan man forstaa, at han i den lange Tid kunde gaa og pusle og pille med den, saalænge til den blev det mærkværdig fuldkomne Apparat, den ved sin Debut i Industriens Tjeneste viste sig at være.

En saadan noget senere gjort Forbedring skulle vi her nævne. Det er omtalt, at Maskinen allerede havde to Pumper at trække, Koldtvandspumpen, som forsyner Beholderen til Fortætningsvandet med koldt Vand, og Luftpumpen, som pumper Luft og Vand ud af Fortætteren. Dette Vand, som ved Dampens Fortætning er bleven varmt, lod Watt samme Pumpe trykke op i en Beholder, som saaledes stedse holdtes fyldt med varmt Vand, hvorfor den fik Navnet Varmvandskassen. Den var forsynet med Tud, saa at den overflødige Vandmængde kunde løbe bort; ellers opsamledes Vandet for at ledes tilbage til Kjedlen igjen og erstatte det ved Dampdannelsen lidte Tab. En Trykpumpe, Varmvandspumpen, som Maskinen ogsaa maatte trække, besørgede denne Forsyning.

Maskinen havde altsaa ialt tre den selv vedkommende Pumper at trække. Med Stempelstangen til Cylinderstemplet og Pumpestangen til den Minepumpe, det var Hovedopgaven at trække, vare ialt fem Stænger fæstede til Balancen; paa samme Side som Stemplet Luftpumpen, paa den modsatte i Retning fra Midten udefter Varmvandspumpen, Koldtvandspumpen og Pumpen fra Brønden, som skulde tømmes.

Det kan nu vel neppe have været andet, end at Watts talrige Venner, som stadig kom i Huset, maa have baade set og undersøgt disse mange Forbedringer og opfordret ham til at gjøre dem bekjendte og anvendte. Watt har imidlertid ikke gjort det, maaske af Frygt for Fordomme og deraf flydende Modstand, maaske af en vis Ulyst til at træde frem med noget nyt i det praktiske Liv. At det skulde være Mangel paa Støtte fra formaaende Mænd, er neppe trolig, thi som Ven af saadanne Mænd som Adam Smith, Black og Robert Simson, kunde han jo da gjøre Regning paa deres Indflydelse.

Hvorom alting er, han har intet Skridt gjort i den Retning, og havde han ikke faaet et meget lovende Tilbud, der friede ham selv for alle de mange Bryderier, der uundgaaelig følge ethvert nyt industrielt Foretagende, og sikkrede ham mod deraf mulig flydende Tab, saa havde Maskinen maaske staaet ubenyttet endnu

meget længere, end den gjorde. Dermed forholdt det sig saaledes.

Watt havde som omtalt slaaet sig paa Landmaalerforretninger og var ad denne Vej bleven bekjendt med en vis Dr. Roebuck, en meget entreprenant Mand, der var i Besiddelse af nogen Formue, som han paa enhver Maade søgte at gjøre frugtbringende. Han havde anlagt de store Carronjernværker i Skotland, var nu ifærd med at exploitere Kul- og Saltgruberne i Borrowstoness, havde kort sagt mange Jern i Ilden og var meget om sig. For ham blev Watt forestillet, Roebuck besøgte Watt i hans Hjem, og der faldt da Talen paa Newcomens Dampmaskine og paa de Forbedringer, Watt havde gjort ved den. I den fulde Erkjendelse af disses Vigtighed trængte Roebuck ind paa ham for at faa ham til at bringe dem frem, tilbød at tage Del i Foretagendet, ja endte Forhandlingerne med at paatage sig alle Omkostninger mod de to Trediedele af Udbyttet.

Dette gik Watt ind paa, og havde han været sen til selv at tage fat, blev han nu desto ivrigere. En efter hans Konstruktion indrettet Dampmaskine blev strax sat under Arbejde og opstillet i en Hertugen af Hamilton tilhørende Kulmine i Kinneil i Nærheden af Borrowstoness. Den var udført i betydelig Størrelse, Cylinderen holdt f. Ex. 18 Tommer i Gjennemsnit, og i alle Retninger, hvor han kunde finde paa Forbedringer med Hensyn til Ventilernes og Stemplernes Gang, blev den ændret saalænge, indtil den fik en høj Grad af Fuldkommenhed.

Allerede medens den var under Udførelse blev der søgt om Patent paa Opfindelsen, som ogsaa tilstodes i 1769, og alt tegnede altsaa til at gaa godt, saameget mere som der fra en vis John Wilkinson samtidig kom en Maskine, som formaaede at udbore store Cylindre med megen Nøjagtighed, og som Watt naturligvis agtede at betjene sig af ved den fremtidige Forfærdigelse af Maskiner, som de to Kompagnoner havde til Hensigt at levere fra et projekteret stort Maskinværksted.

Da afbrødes pludselig det hele Foretagende; Roebuck havde indladt sig paa Spekulationer, som han ikke kunde magte; Pengemidlerne, som han skulde skaffe tilveje, formaaede han ikke at rejse, ja kunde ikke engang betale Watt en Sum, som han havde lagt ud; der var altsaa intet andet at gjøre end at opgive Foretagendet. Dette skete for Watts Vedkommende med Tabet af en mejsommelig sammensparet Kapital.

Med det samme svandt ogsaa hans Lyst til at befatte sig mere med den Slags Sager; han opgav enhver Tanke om at bringe noget ud af sin Maskine, tog atter fat paa Ingeniørforretningerne og arbejdede i fulde fire Aar i dette Fag. Blandt de betydeligere Arbejder, han i den Tid udførte, skulle vi nævne Kanalen fra Kulminerne ved Monkland til Glasgow, Udbedringerne af Havnene ved Glasgow og Greenock og endelig Forarbejderne til Anlægget af Kaledoniakanalen. En stor Sorg havde han desuden i disse Aaringer, idet han mistede sin højt elskede Hustru.

Det saa da altsaa ud, som om Dampmaskinen atter skulde hvile, Watt i det mindste ikke faa mere med den at gjøre, da den samme Roebuck ad anden Vej blev den, der atter bragte den frem. Han var nemlig kommen i Kast med en da i Soho nær Birmingham bosiddende formuende Jernvarefabrikant Matthew Bolton, som yttrede Lyst til at afkjøbe ham hans Andel af Patentet. I den Anledning bleve Underhandlinger indledede med Watt, som gav sit Samtykke, og Resultatet blev da, at Watt og Bolton i 1773 sad som Ejere af Patentet.

Bolton var den Mand, der kunde sætte et stort Foretagende igjennem; virksom og dygtig, rig og uafhængig forenede han de Egenskaber, det her gjaldt om. „Medens Watt“, siger Playfair, „var flittig og tilbageholden, var Bolton en snu Mand, driftig, selskabelig, frimodig og utvungen i Omgang med Folk af alle Klasser.

Selv om Watt havde ledt i hele Europa, havde han neppe fundet nogen, der bedre kunde bringe hans Opfindelse frem paa en deres Fortjeneste og Vigtighed værdig Maade; og skjøndt begge vare aldeles forskjellige, saa syntes de dog som skabte for hinanden."

Watt flyttede nu til Birmingham og opstillede i Fabriken i Soho en Maskine af betydelig Størrelse, som stod til frit Eftersyn for enhver, som havde Lyst at se den. De to Kompagnoner haabede, at Grubeejerne skulde benytte sig heraf til at gjøre sig bekjendte med dens store Fortrin fremfor de gamle Maskiner; men skjøndt dette vel ogsaa skete og enkelte Bestillinger indløb til Fabriken, saa indsaa de dog, at skulde de have noget ud af Patentet, som oprindelig var givet paa 14 Aar og altsaa udløb om 9 Aar, saa maatte de nødvendigvis have det fornyet.

De henvendte sig derfor i 1775 til Parlamentet med Begjæring om Forlængelse, og denne blev imod al Sædvane tilstaaet dem paa fem og tyve Aar „af Hensyn til Opfindelsens overordenlige Betydning", som var bleven attesteret af de mest fremragende Videnskabsmænd. Nu kunde de altsaa tage fat for Alvor, og der blev taget fat saa ivrig, som vist nogensinde.

Da det viste sig, at Maskinerne paa Grund af den Nøjagtighed, hvormed de enkelte Dele maatte forarbejdes, vare betydelig dyrere at anskaffe end de gamle newcomenske, fandt de ikke strax den forønskede Afsætning, endskjøndt de naturligvis i Længden maatte kunne betale sig fortrinlig. Derfor fandt man paa at hjælpe paa Afsætningen paa en ligesaa ejendommelig som praktisk Methode. Bolton og Watt paatog sig nemlig gratis at opstille Maskiner fra deres Fabrik; de tilbød sig at afholde Omkostningerne med Maskinernes Pasning, ja hvor de ikke kunde komme ind paa anden Maade, afkjøbte de ovenikjøbet Ejerne de gamle Maskiner til overdrevne Priser, alt paa den Betingelse, at de fik en Trediedel, af hvad der ved deres Maskiner sparedes i Kul i Sammenligning med de gamle.

Betænker man nu, at Pengene maatte stikkes i dette Foretagende uden Udsigt til at gaa ind igjen, førend Fordelene stode Grubeejerne klart, saa vil man let indse, at 50,000 £ snart kunde gaa ud, førend de kunde fæa Vederlag, og man vil deraf tillige se Spekulationens Omfang.

Den Maade, hvorpaa man kontrollerede Besparelsen, var meget simpel. Man fik nogle hæderlig bekjendte og dygtige Mænd til at anstille Iagttagelser over, hvormeget Kul der gik til baade ved den gamle og den nye Maskine, medens Stemplet gjorde et vist Antal Slag. Den Besparelse, de angav at have fundet, blev noteret, og havde man først det og var kommen overens om, at der var set rigtig efter og alt gjort, som det burde være, saa kom man let udover Resten, idet man nu kunde regne sig til den hele Besparelse i en hvilkensomhelst Tid, naar man blot vidste, hvormange Gange Stemplet var gaaet op og ned. For at faa dette at vide fæstede Watt paa hver Maskine et Tælleapparat, som stod saaledes i Forbindelse med Balancen, at dets Viser rykkede en Plads frem over en inddelt Skive for hvert Slag, Stemplet gjorde. Apparatet blev laaset af med to Nøgler, hvoraf Ejeren beholdt den ene, Bolton og Watt den anden. Fra Tid til anden sendte de en Fuldmægtig ud omkring for at efterse Apparaterne, og naar saa Stempelslagenes Antal var noteret i Ejernes Paasyn, blev Beløbet for Trediedelen af Kulbesparelsen opgjort. At dette ikke var ubetydeligt fremgaar af, at der for tre i Gruben ved Chacewater i Cornwall opstillede Maskiner aarlig betaltes 2400 £, saa at den hele Besparelse maa have beløbet sig til mindst 7200 £ om Aaret. For saasnart som mulig at faa Fordel af den i dette Projekt staaende Kapital, indrettede de sig med Hensyn til det dem tilkommende Beløb ogsaa saaledes,

at deres hele Fordring kunde afkjøbes dem mod en Gang for alle at udbetale det tidobbelte af den aarlige Afgift.

Med Hensyn til den Maade, hvorpaa Dampen benyttedes i Cylinderen, er det allerede omtalt, at Ventilen H (Fig. 11) først aabnedes og K lukkedes, naar Stemplet var gaaet helt ned til Cylinderens Bund. Watt fandt imidlertid, at dette ofte havde skadelige Følger, thi medens Dampen fra først af kun meddeler Stemplet en ringe Hastighed, bliver denne større, efterhaanden som Stemplet kommer længere ned; ved Cylinderens Bund er den allerstørst, og Stemplet slaar da med stor Kraft mod Bunden. For at forebygge dette traf han nu den Foranstaltning at afspærre Damptilstrømningen før Stemplet var gaaet helt ned og lade Dampens Udvidekraft besørge Resten. I den Hensigt satte han paa Luftpumpens Stempelstang en Tap, der lukkede den øverste Ventil, allerede naar Stemplet havde tilbagelagt en Trediedel af sin Vej; derved kom Dampen kun til at virke med fuld Kraft under en Trediedel af Nedgangen, men virkede under de resterende to Trediedele alene ved sin Udvidekraft, eller som man kalder det ved Expansion. Efterhaanden som Stemplet gaar ned bliver Kraften altsaa mindre; der vindes følgelig den Fordel, at det ikke slaar saa stærkt mod Bunden, og endelig spares der Brændsel. Vi skulle senere nærmere omtale Expansionsprincipperne.

For at man nu kan danne sig en Forestilling om, hvorledes den enkeltvirkende Dampmaskine — saaledes kaldet, fordi Damptrykket kun virker til Bevægelse paa den ene Side af Stemplet — paa den Tid saa ud, hidsætte vi Figur 12, der gjengiver en endnu den Dag idag ved Minerne i Cornwall anvendt Maskine. Med Undtagelse af, at Balancen CE ved C bærer en Række Stænger, hvis Brug siden skal forklares, i Stedet for som i Newcomens Maskine at løfte Stemplerne ved Kjæder, der ligge an mod Cirkelbuer, ligner Maskinen i Ydre meget nær Watts, som den paa den Tid var. A er Dampcylinderen, til hvilken Dampen ledes gjennem Røret H, der er forsynet med de alt omtalte Ventiler. En lang Stang GG, som er fæstet paa Balancen tjener til at aabne og lukke nogle hydrauliske Ventiler, som regulere Damptilstrømningen. P er en Kasse, Katarakten kaldet, hvori disse Ventiler findes. K er For-

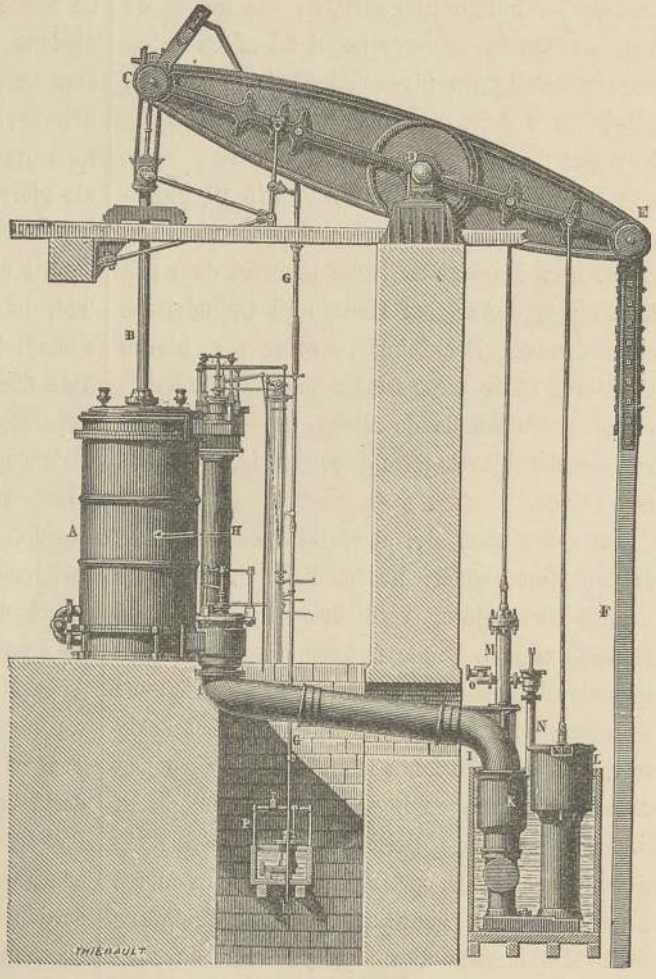


Fig. 12. Cornwallmaskinen.

tætteren, en Kasse, som staar i en med koldt Vand stadig fyldt Beholder; L er Luftpumpen

der tømmer Fortætteren, M endelig Varmvandspumpen, der forsyner Kjedlen med varmt Vand, som trykkes op gjennem Røret N. EF er en meget svær Stang, der strækker sig gjennem hele Skaktens Dybde, og som sætter Minepumperne i Skaktens forskjellige Etager i Bevægelse. Naar den efter at være hævet af Maskinen falder tilbage ved sin egen Vægt, trykker den Vandet op i de til de forskjellige Pumper hørende Stigrør; et af disse leder koldt Vand til Fortætteren.

SYVENDE KAPITEL.

FORSKJELLIGE APPARATER, HENHØRENDE TIL DEN FORBEDREDE DAMPMASKINE. — PARALLELOGRAM. — SOL- OG PLANETHJUL. — SVINGHJUL OG KRUMTAP. — CENTRIFUGALREGULATOR. — DEN DOBBELTVIRKENDE MASKINE. GLIDER. — EXENTRISK SKIVE. — PROPPER. — FIREGANGSHANE. — ROTATORISK MASKINE. — WATTS SIDSTE LEVEAAR.

At Grubeejerne bleve overraskede ved at se den store Besparelse, de nye Maskiner skaffede dem, kan man let indse; men at paa den anden Side den aarlige Betaling af de betydelige Beløb, de kontraktmæssig skyldte Firmaet i Soho, blev endel trykkende, og at de grumme gjerne ønskede at frigjøre sig derfor, er ogsaa klart. Det varede i Virkeligheden heller ikke længe, inden de begyndte at gjøre Vanskeligheder, og Følgen blev, at en Række Processer i den Anledning kom for Domstolene.

At der kunde være Tale om at frigjøre sig fra de indgaaede Forpligtelser laa nærmest i den forunderlig løse Maade, hvorpaa Patentet var stilet. Det omtalte kun Formindskelse i Dampforbruget, men beskrev ikke nærmere den Maade, hvorpaa dette kunde ske. Det angav ganske almindelig, at Cylinderen hele Tiden skulde holdes lige saa varm som Dampen, at dennes Fortætning maatte ske i et særskilt Kar, der skulde holdes afkjølet, og endelig at en Pumpe maatte borttage Fortætningsvandet fra dette Kar. I nogle Tilfælde skulde man benytte Damptrykket i Stedet for Atmosphærens Tryk, i andre skulde Dampen virke paa Skovlerne af et Skovlhjul ligesom ellers Vand, i nogle igjen skulde man slet ikke fortætte Dampen, men blot forandre dens Temperatur og saa arbejde ved dens vexlende Udvidelser og Sammentrækninger, — kort sagt, Patentet angav en hel Mængde Principer meget kortfattet, men præciserede ikke Methoderne, hvorefter disse Principer skulde anvendes.

Alt dette gjorde, at man ved at forandre nok saa lidt paa Maskinens enkelte Dele, turde paastaa, at det ikke længer var Watts Maskine; man søgte endogsaa Patenter, baserede paa hans Ideer udførte paa andre Maader, og naturligvis, jo mere det gik op for hans Skyldnere, at Løsheden i Patentets Udtryk mulig tillod flere Fortolkninger, desto dristigere bleve de ligeover for ham.

Som sagt, en lang Række Processer begyndte, og ganske vist har kun meget faa Patenter været Gjenstand for saa mange Retsundersøgelser som dette. Man vil forstaa, at saadant baade maatte ærgre og hæmme de to Kompagnoner; den Tid, de maatte offre paa alle disse Forhandlinger, gik tabt for Arbejderne paa Maskinens Fuldendelse, ja Watt blev endog nødt til at rejse til London og forblive der i længere Tid for personlig at virke for sin Sag. Men hans Bestræbelser kronedes til Gjengjæld med Held, og netop de løse Udtryk i Patentet, som havde voldt hele Striden, blev det, der vandt Sagen, idet det uomstødelig godtgjordes, at alle de Maskiner, der kom frem, slet ikke var andet end Anvendelser af de ham patenterede Principer.

Ved en Bekjendtgjørelse fra 1799, et Aar altsaa før Patentet udløb, blev Watts fulde Ejendomsret fastslaaet; i 25 Aar førtes der da saaledes uafbrudt Forhandlinger for Skranken i denne Sag. Det var i den Anledning Watt senere priste sig lykkelig over at tilhøre en Nation, i hvilken der kun behøves 25 Aars

Forhandlinger og et Dusin Processer for at sikkre en Mand Lønnen for hans Arbejde.

Imidlertid, stjal end alt dette megen Tid, saa fik han dog Tid nok til endnu engang fuldstændig at omforme Dampmaskinen og fra et Apparat, der kun kunde anvendes som Pumpemaskine, at danne en Universalmotor af den.

Sagen var den, at som Maskinen var, virkede Damptrykket stedse kun paa Stemplets ene Side, nemlig kun saalænge det gik ned, medens Opgangen fremkaldtes af Overvægten paa Balancens anden Ende. Der kunde altsaa kun frembringes et Træk nedad, hvilket var fuldkommen tilstrækkelig, saalænge man vilde holde sig til den Anvendelse, Maskinen allerede havde. Men skulde den faa en mere almindelig Anvendelse, skulde den navnlig benyttes til at sætte et eller andet stadig gaaende Maskineri i Bevægelse, saa var det nødvendig, at Stempelstangen baade ved Op- og Nedgangen dreves af den bevægende Kraft.

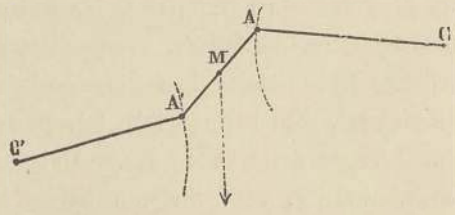
Watt indsaa dette og søgte først at realisere Tanken ved at anbringe en Cylinder under hver af Balancens Arme; medens det ene Stempel da gik op uden Dampens Virkning, kunde Damptrykket trykke det andet ned, Kraften virkede uafbrudt, og man fik en ensformig Bevægelse.

Men han indsaa snart, at denne Methode maatte staa langt tilbage for at lade Dampen træde ind afvexlende over og under samme Stempel. Man maatte kunne indrette det saaledes, at medens Dampen strømmede fra Kjedlen indover Stemplet og trykkede det ned, kunde Rummet under Stemplet sættes i Forbindelse med Fortætteren og omvendt. Maskinen vilde da blive en dobbeltvirkende Dampmaskine, Dampen vilde ligesom før virke uden Modtryk fra den anden Side af Stemplet, hvor der formedelst Forbindelsen med Fortætteren vilde blive et lufttomt Rum. Maskinen vilde rigtignok forbruge dobbelt saamegen Damp, men da den tillige udførte det dobbelte Arbejde, vilde den godt kunne svare Regning.

Men skulde dette Princip indføres, gjordes en Forandring i Stempelstangens Forbindelse med Balancen nødvendig. Som det hidtil havde været, var Stangen baaret af en Kjæde, der laa an mod Balancens Cirkelbue; nu maatte Forbindelsen være fast, saasom Stempelstangen ogsaa ved sin opadgaaende Bevægelse skulde føre Balancen med sig.

Han forsøgte først at iværksætte dette ved at udskjære Tænder paa Stangen, som kunde gribe ind i Tænder paa Cirkelbuen, og havde hans Cylinder ikke haft Laag, saa kunde en saadan Indretning ogsaa vel have ladet sig anvende. Nu derimod, da Stangen nødvendigvis maatte gaa blødt og lige igjennem Laagets Stoppebøsse, hvis denne skulde holde sig, var en saadan Disposition ikke anvendelig. Han tænkte da at forbinde Stempelstangen med en Bjælke, hvis øverste Ende skulde forbindes med den nederste Ende af Balancens Cirkelbue ved en Kjæde, medens en anden Kjæde forbandt Bjælkens nederste Ende med Cirkelbuens øverste. Gik da Bjælken op, dreven af Stemplet, vilde den trække Balancen med sig, vendte den om, maatte Balancen ogsaa følge med.

Men ihvor sindrigt end dette var, blev det dog fortrængt af det mekaniske Mesterstykke, der efter ham har faaet Navnet Watts Parallelogram. De følgende Figurer skulle anskueliggjøre dettes Maade at virke. Er AC



Figur 13.

og A'C' (Figur 13) to Vægtstænger, som henholdsvis dreje sig om Punkterne C og C', saa ville Punkterne A og A', naar Stængerne dreje sig, beskrive de punkterede Cirkelbuer. Ere

nu Endepunkterne A og A' forbundne ved Stangen AA', saaledes at denne sidder løs i Hængsler ved A og A', saa vil denne Stang stedse ligge an mod to Cirkelbuer, og saa vil Midtpunktet M, som det lader sig godtgjøre, saafremt Vægtstængernes Udslag ikke ere ret store, meget nær beskrive en ret Linie. Hvis man altsaa fæstede en Stempelstang i M, vilde den tilnærmelsesvis bevæge sig i en ret Linie.

Men hvis nu AC (Fig. 14) forlænges saameget udover A, at AB er lige saa lang som AC, og hvis B og A' forbindes med hinanden ved de to Ledstykker BB' og B'A', som sammen

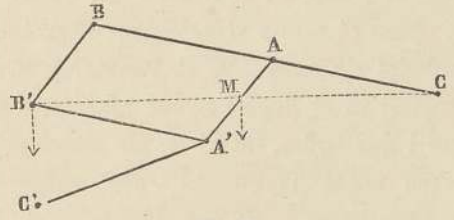


Fig. 14.

med AB og AA' danne et i Hængslerne A, B, A', B' bevægeligt Parallelogram, saa vil Forholdet stille sig endnu gunstigere. En Linie CB' fra C til B' vil gaa igjennem Midtpunktet M af AA' og vil selv halveres af M; deraf følger, at Punktet B' vil beskrive en Kurve, der er fuldkommen ligedannet med den, M gjennemløber, saa at B' ogsaa meget nær vil bevæge sig i en ret Linie. Fæster man da endnu en Stang i B', vil den bevæge sig parallelt med den i M ophængte.

Fig. 15 viser nu endelig, hvorledes dette anvendes paa Dampmaskinen. EB er en solid Vægtstang, som drejer sig om det faste Punkt E, og som i B griber fat i den ene Vinkelspids af Parallelogrammet ABCD. Dampcylinderens Stempelstang er fæstet til Punktet A, som altsaa kommer til at bevæge sig i en ret Linie, medens B gjennemløber en Cirkelbue, og baade A og Midtpunktet af BD ville under Stempelstangens Bevægelse op og ned holde sig parallele og gjennemløbe rette Linier. Man fæster gjerne Luftpumpens Stang til dette Midtpunkt,

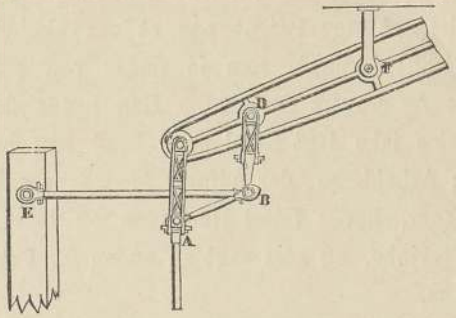


Fig. 15. Watts Parallelogram.

som øjensynlig kun gjennemløber en Vej, der er halv saa lang, som den A gjennemløber.

Saaledes er dette fortrinlige Apparat indrettet; det har vel senere undergaaet Modifikationer, men Principet har altid været beholdt. Erindrer man, at Watt ikke besad dybtgaaende theoretiske Kundskaber, maa man forbavses over, at han saa at sige med et Slag skabte det. Man har spurgt ham, hvilke Forskninger der gik forud for dette Apparat, og han svarede da, at han erindrede det ikke; det har uden foregaaende Spekulationer staaet fuldtfærdig for hans Tanke, og han har, da det blev anbragt paa Maskinen, selv været forbavset over, at det strax var saa fuldkomment.

Da der nu saaledes var fundet et passende Middel til at styre Stempelstangens op- og nedadgaaende Bevægelse, blev Modvægten paa Balancen opgivet, og denne selv ophængt i sit Tyngdepunkt. Det, som derefter laa for, var at træffe en Foranstaltning, der kunde omdanne den svingende Bevægelse til en omdrejende; først naar det var sket, kunde Maskinen blive en Universalmotor, skikket til ethvert Brug.

Watt vilde dertil benytte sig af den fra Spinderokken bekjendte Krumtap, som her skulde drives af en Stang, der udgik fra Balancen. Han havde indrettet sig en Model til at prøve, hvordan det vilde gaa, og alt gik fortrinlig. Da dukkede pludselig i 1781 en Konkurrent ved Navn Washbrough op med

Patent paa denne Indretning. Sagen var nemlig den, at Watt aldrig havde tænkt sig det fornødent at tage Patent paa et saa almindelig bekjendt Apparat, som jo findes paa enhver Rok og ethvert Drejelad. Han havde derfor aldeles ikke lagt Skjul paa, hvad han havde for; Arbejderen, der udførte Modellens enkelte Stykker, havde fattet Hensigten og ladet sig underkjøbe, og som sagt en anden fik Patentretten.

Skjøndt han nu ganske vist kunde have bragt dette for Skranken og vundet Sagen, foretrak han dog, led og kjed, som han var, af Processer, at lade den anden nyde sin Ret, saalænge hans Patent sikkrede ham den; da det var udløbet, optog han Ideen igjen.

I Mellemtiden slog han ind paa en anden Vej, idet han nemlig ved det saakaldte Sol- og Planethjul naaede samme Maal. Man kan se dettes Indretning af Figur 16.

CB er et Tandhjul, der er fæstet saaledes til den med Balancen forbundne Stang AB, at

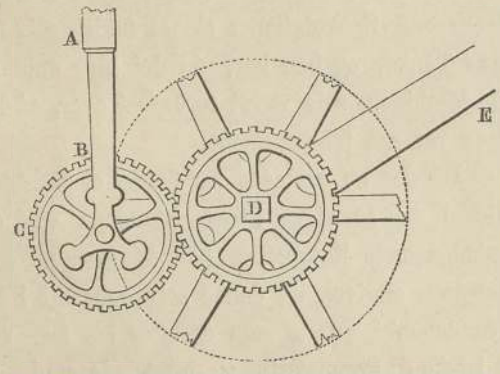
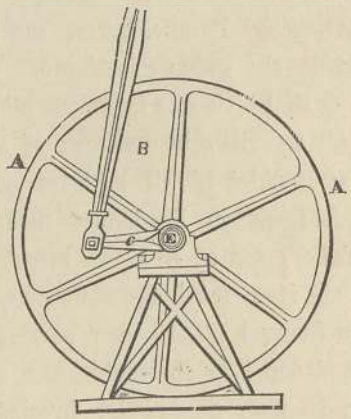


Fig. 16. Sol- og Planethjul.

det ikke kan dreje sig om sin Axe. Dets Tænder gribe ind i Tænderne paa Hjulet D, der ligeledes er fast forbunden med sin Axe, som det gjælder at give en roterende Bevægelse, og desuden med et Svinghjul, som skal vedligeholde Bevægelsen; E er endelig en Rem, der fører Bevægelsen videre. Naar Balancen og dermed AB gaar op og ned, vil Planethjulet CB løbe rundt om Solhjulet D, og deraf Navnet. Endskjøndt dette Apparat er langt kostbarere og langt vanskeligere at holde i Orden end Krumtappen, er det dog ikke uden Fordele. Thi medens der ved én Omdrejning af Krumtappen kun frembringes én Omdrejning af Axlen, saa vil her én Omdrejning af Planethjulet dreje Solhjulet to Gange rundt, saa at Hastigheden bliver dobbelt. Men som sagt det blev opgivet igjen, da Washbroughs Patent udløb.

Krumtappen CE og den Stang B, som forbinder den med Balancen, ere afbildede i Fig. 17. Hvorledes den virker, véd enhver, der er ingen Anledning til at opholde sig videre derved. Kun et skulle vi bemærke; naar Axlen E har drejet sig saameget, at Punkterne B, C og E komme til at ligge i en ret Linie over hverandre i den Orden, hvori de ere nævnede, kan hverken noget Tryk opad eller nedad dreje Axlen yderligere. Er den paa en eller anden Maade bragt ud af denne Stilling, saa vil et



Figur 17.

Tryk nedad paa Stangen dreje Tappen videre, men der vil komme et Øjeblik, hvor Punktet C ligger lige under E, da vil igjen hverken Tryk eller Træk kunne føre den videre. I disse to Stillinger, som Tappen indtager under hver Omdrejning, siges den at staa i de døde Punkter, og kunde den ikke ved et eller andet Middel hjælpes udover dem, vilde den ufejlbarlig standse sin Bevægelse. Dertil tjener

imidlertid Hjulet AA, Svinghjulet, et svært Jernhjul, som er fæstet paa Omdrejningsaxlen og deltager i dens Bevægelse. Naar det er sat i Bevægelse, vil det som ethvert Legeme, der er i Bevægelse, blive ved at bevæge sig, saalænge til Modstandene stoppe det. Det vil altsaa af sig selv fortsætte Bevægelsen udover de døde Punkter og trække Krumtappen med sig, og da Maskinkraften saa igjen kan virke paa den, vil Bevægelsen fortsættes uafbrudt. I den Stilling, Figuren angiver, virker Trækstangen B aabenbart med størst Kraft.

Svinghjulet virker imidlertid endnu paa anden Maade. Som ethvert Legeme, der er i Bevægelse, vil det søge at fortsætte Bevægelsen og det med samme Hastighed; men deraf følger, at hvis Maskinen pludselig begynder at gaa hurtigere, vil Svinghjulet stræbe at holde Bevægelsen i samme Gang, som den var; og omvendt, vil Maskinen gaa langsommere, søger Svinghjulet at fortsætte sin hurtige Gang, saa at det i hvert Tilfælde vil virke til at regulere Bevægelsen og holde den jævn.

Men kun i to Tilfælde vil denne Ensformighed dog vedvare; for det første naar Damptilstrømningen fra Kjedlen er den samme, for det andet naar Maskinen bestandig har samme Modstand at overvinde. Forøges Damptilstrømningen, vil Stemplets Bevægelse fremskyndes og Svinghjulets med den, og omvendt; forøges Modstanden, vil derimod baade Stemplets og Svinghjulets Bevægelse formindskes. For at tilvejebringe en ensformig Bevægelse under alle Forandringer af Arbejdet er det altsaa nødvendig, at Damptilstrømningen reguleres i Forhold til Modstanden, saa at den ved mindste Forandring i Hastighed enten forøges eller formindskes.

Ogsaa dette er der draget Omsorg for i Watts Maskine. Vil man forestille sig et Spjæld indsat i det Rør, der leder Dampen ind i Cylinderen, Damprøret, saa er det øjensynlig, at en større eller mindre Mængde Damp kan træde ind i Maskinen, eftersom dette Spjæld er mer eller mindre aabnet. Nu er det ganske vist, at en Arbejder nok kan passe at dreje et saadant Spjæld i rette Tid og altsaa paatage sig at regulere Maskinens Gang, — og saaledes bar man sig ad fra først af, — men dels er dette et meget trættende og sløvende Arbejde, der i Længden ikke bliver forsvarlig udrettet, dels kan en Arbejder finde langt bedre Anvendelse paa anden Maade.

Watt fandt da paa at overlade hele Reguleringen til Maskinen selv. Ideen til det Apparat, han i den Hensigt anvendte, laante han fra Kornmøllerne, hvor man længe havde haft en Regulator for at give Møllestenene en ensformig Gang; men Anvendelsen her er hans. Apparatet, som er bekjendt under Navnet Dampcentrifugalregulatoren, er afbildet i Figur 18.

En Snor dd er lagt om Tridsen D, som sidder fast paa Stangen DF, der kan dreje sig om Punkterne I og K. To svære Metalkugler E, E ere fæstede hver til sin af de to Vinkelvægtstænger Ef, der kunne dreje sig om en

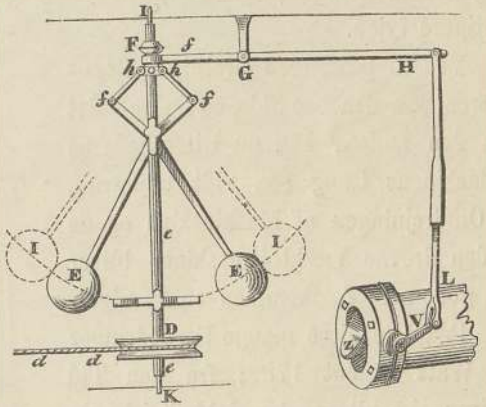


Fig. 18. Watts Centrifugalregulator.

ved deres Krydsningspunkt i DF indsat Tap. Ved Mellemstykkerne fh, der gribe fat i Hængslerne f, f og h, h, ere Vinkelvægtstængerne forbundne med Bøsningen F, der frit kan glide op- og nedad Stangen e.

F omfattes igjen af en Ring, som sidder

fast paa Enden af Vægtstangen GH, hvis Hvilepunkt er i G; et i H og V bevægeligt Mellemstykke HV forbinder GH med V, som kan dreje den i Damprøret L indsatte Drøvlklap Z.

Dette indviklede Apparat virker nu saaledes. Naar Maskinen arbejder med den Hastighed, den skal have, hænge Kuglerne E, E, som dreje sig rundt, trukne af Snoren dd, der selv faar sin Bevægelse fra Maskinaxlen, i den i Figuren antydede Stilling. Men begynder Maskinen at gaa hurtigere, drejes ogsaa DF med større Hastighed, og Kuglerne slaa da paa Grund af Centrifugalkraften ud til Stillingen I, I. Saasnart dette imidlertid sker, rykke Vægtstængerne Efh Bøsningen F nedad; med den sænker Armen FG sig, Punktet H gaar opad, tager Stangen HV med sig, og V endelig drejer Drøvlen mere for. Derved formindskes strax Damptilstrømningen, og Maskinen maa sagtne sin Fart. Hvis omvendt Bevægelsen bliver langsommere, slaa Kuglerne mere sammen, F skydes opad, H nedad, og Klappen aabner sig mere, saa at Damptilstrømningen kan forøges, og Maskinen altsaa gaa hurtigere igjen.

Ved en passende Indretnig af Regulatoren paa den ene Side og Svinghjulet paa den anden, kan nu Ujævnhederne i Maskinens Gang saa vidt udjævnes, at Omdrejningen af Maskinaxlen og de af den drevne Værktøjsmaskiner bliver saa godt som fuldkommen ensformig.

Paa alle disse mange Forbedringer fik Watt Patent 1782; fra den Tid skriver sig altsaa den dobbeltvirkende Maskine, som snart vandt baade Berømmelse og Udbredelse, da det blev bekjendt, at man kunde anvende den i Fabrikerne. De nye Indretninger ved den havde gjort den til en i enhver Fabrik anvendelig Kraftgiver; den var bleven let at haandtere, og hvad Nøjagtigheden og Regelmæssigheden i dens Bevægelser angik, da kunde de jo allerede sammenlignes med Nøjagtigheden i et Lommeuhrs Gang. Der var her virkelig slaaet et Slag, der var givet et Apparat, saa fuldkomment og af saa universel Betydning, at man i Sandhed maa forbavses over, at en enkelt Mands Geni formaaede at stille saa meget sammen, især da Watt, som alt anført, ikke var i Besiddelse af de Fortrin, en rationel Uddannelse giver. Hvad han gav, det gav han ud af sin overlegne Aands uudtømmelige Skaberkraft og som vi have set ikke sjelden fuldtfærdig med det samme.

Vi give nu her i et Par Figurer Indretningen af den dobbeltvirkende Maskine.

Figur 19 viser den i sin Helhed. A er Dampcylinderen, hvori Stemplet bevæger sig; Dampen ledes ind igjennem Damprøret a og bringes ved et i Kammeret bb anbragt Apparat, som siden nærmere skal omtales, afvexlende over og under Stemplet og ned i Fortætteren, som man skal forestille sig have Plads under Cylinderen i den store Jernkasse, der bærer de enkelte Maskindele. C er Stempelstangen, J, I og H henholdsvis Pumpestængerne fra Luftpumpen, Koldtvandspumpen og Varmvands-

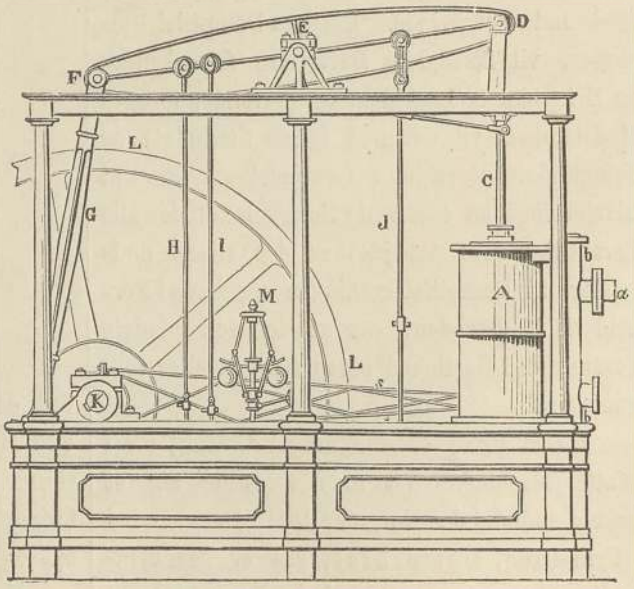


Fig. 19. Watts dobbeltvirkende Maskine.

pumpen, eller som den ogsaa kaldes Forsyningspumpen, fordi den forsyner Kjedlen med Vand. FED er Balancen, som nu er forfærdiget af Jern, K Maskinaxlen, M Regulatoren, LL Svinghjulet, ss et Apparat, der tjener til at sætte det i bb indesluttede Dampfordelingsapparat i Bevægelse.

Hvorledes Maskinen arbejder, viser Gjennemsnittet i Figur 20. Hvis man vil antage, at Stemplet B er ved at gaa nedad, trykket af Dampen, som er strømmet ind over det, saa vil man af Figuren se, at den under Stemplet i Figuren, gaar ned. I saa Tilfælde trykkes det op igjennem de i Stemplet h anbragte Klapper i, i, som aabne sig opad, og naar h atter gaar op, løber det ind i Varmvandskassen l, hvorfra en Del af det kan løbe bort.

En anden Del suges, hvergang Forsyningspumpens Stempel m gaar op, ud igjennem Røret n og forbi Proppen o, som aabner sig opad. Gaar m ned, lukker o sig, o' aabnes, og Vandet trykkes nu gjennem Røret p ind i Kjedlen.

Pumpen q har den Opgave at suge Vand

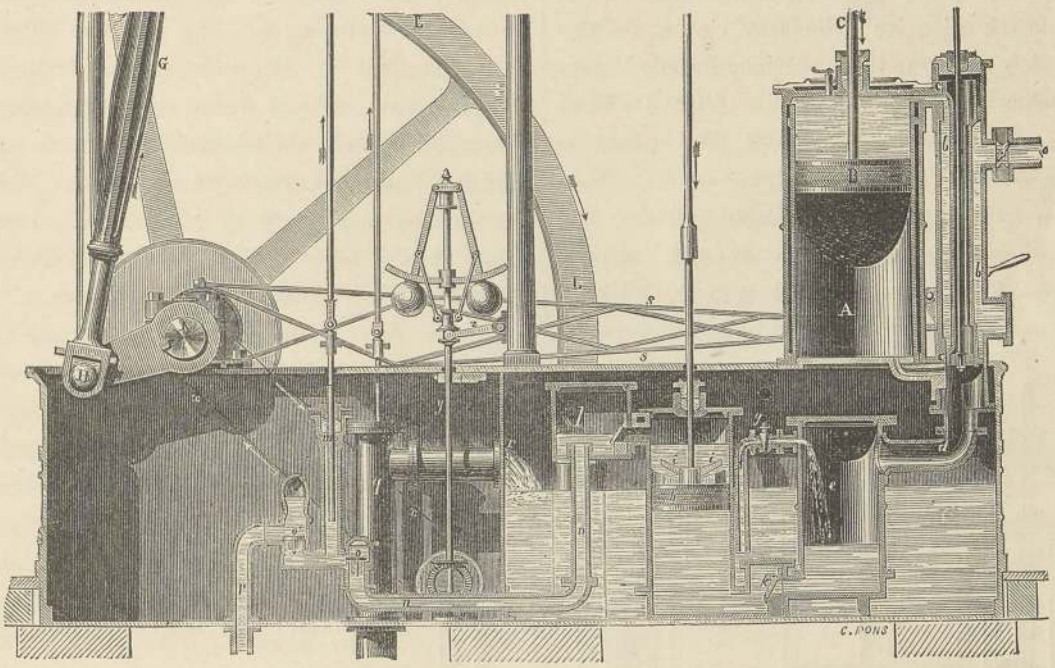


Fig. 20. Gjennemsnit af den dobbeltvirkende Maskine.

værende Damp frit kan strømme over i Fortætteren e igjennem Røret d. En Straale af koldt Vand løber stadig ind i Fortætteren gjennem det med Hanen g, Indsprøjtningshanen, forsynede Rør; eftersom Hanen drejes mer eller mindre for, reguleres Tilstrømningen. Det Vand, der samler sig i Fortætteren, bliver af Pumpen h, Luftpumpen, suget ud igjennem Klappen k, som aabner sig udefter, saa at Vandet vel kan komme ud, naar h gaar op, derimod ikke gaa tilbage igjen, naar den, som op fra en Brønd eller anden Beholder og bringe det ind i den store Kasse, Koldtvandskassen, som omgiver Fortætteren og Luftpumpen. Det kolde Vand strømmer ind gjennem r.

Naar Stemplet gaar nedad, trækker det Balancens ene Halvdel, hvortil ogsaa Luftpumpen er fæstet, med sig. Den anden Halvdel, der bærer Pumpestængerne til q og m og Forbindelsesstykket G, gaar da opad, Svinghjulet LL drejer sig rundt i den af Pilen angivne Retning, følgende Maskinaxlen K's Be-

vægelse. Om K ser man lagt en Rem xx, der gaar hen om en Remskive, som ved Hjælp af et Par koniske Tandhjul bringer Regulatorens vertikale Stang y til at rotere. Man forstaar altsaa, hvorledes Maskinen selv sætter Regulatoren i Bevægelse, og man ser af Figuren, hvorledes denne igjen er forbunden med Vægtstangen z, som man af det foregaaende véd er forbunden med Drøvlklappen i Damprøret. Forbindelsen er skjult i Figuren.

Hvad nu endelig angaar Dampens Indtræden i Cylinderen, da skulle Figur 21—24 oplyse det nærmere derom, idet de i forstørret Maalestok gjengive Cylinderen og det i Kammeret b, b (Figur 19 og 20) indesluttede Dampfordelingsapparat, Glideren eller D-Ventilen, saaledes kaldet, fordi dens vandrette Gjennemsnit (Figur 24) ligner et D. Som Figur 21 og 22 viser, bevæger Glideren sig op og ned i en foran Cylinderen anbragt Gliderkasse, fra hvilken to Aabninger a og b

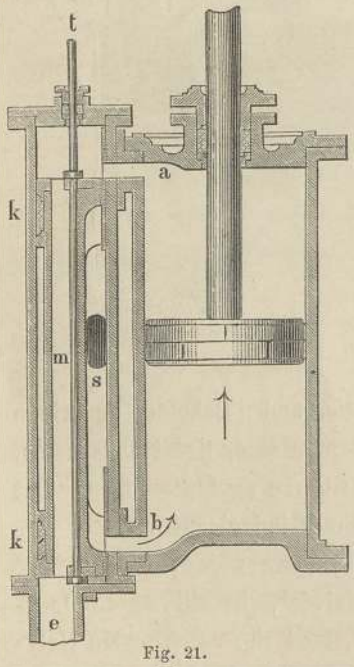


Fig. 21.

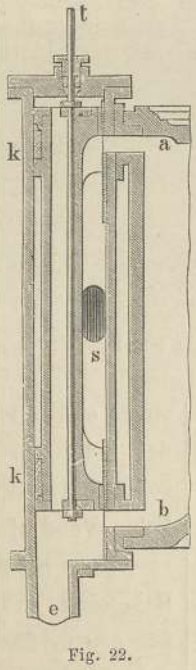


Fig. 22.

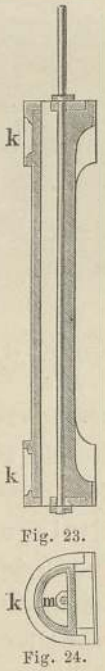


Fig. 23. Fig. 24.

føre ind til Cylinderen, en tredie s til Damprøret, og Dampen kan paa Grund af Gliderens Form (Fig. 23) stryge rundt omkring Glideren selv, men er spærret foroven og forneden af Pakningerne k, k. Naar nu, som i Fig. 21, Glideren staar i sin nederste Stilling, træder Dampen gjennem b ind under Stemplet, medens den Damp, der fra det foregaaende Stempelslag havde samlet sig over Stemplet, løber tilbage til Gliderkassen gjennem a og derfra igjennem Gjennemboringen m og Røret e ned i Fortætteren. Naar Stemplet er kommen helt op, er Glideren bleven løftet ved Stangen t til den i Fig. 22 afbildede Stilling; Dampen gaar da ind i Cylinderen gjennem a, medens nu Rummet under Stemplet er i Forbindelse med Fortætteren ved b og e. Fig. 21 giver tillige et Gjennemsnit af Stoppebøssen om Stempelstangen; man ser, at denne er et rørformigt Tilsatsstykke paa Cylinderdækslen, hvori en indfedtet Pakning kan optages og klemmes fast om Stangen ved Hjælp af en Møttrik. Lignende Stoppebøsser findes ved alle Pumpestængerne (Fig. 20) og ved Gliderstangen.

Selve Gliderens op- og nedadgaaende Bevægelse iværksættes ved Apparatet ss (Fig. 20), som holdes i Gang af Maskinen selv og særskilt er afbildet i Figur 25. Paa Maskinaxlen K, Figur 20, er fastgjort en cirkulær Skive C (Fig. 25), hvis Centrum falder udenfor Axlens. Omkring denne Skive, som man kalder den excentriske Skive eller Excentriken, er lagt en Ring A, i hvilken Skiven kan dreje sig. Medens nu Axlen løber rundt og tager C med sig, kommer det Punkt af den, som er længst fjernet fra Axlens Midtpunkt, snart til at ligge tilhøjre for denne, snart tilvenstre, snart ovenfor, snart nedenfor. Deraf følger, at Ringen A, som er fæstet til Trækstængerne AB og ikke kan dreje sig rundt med Skiven, snart maa skydes til den ene Side og

snart til den anden, hvorved Trækstængerne sættes i en frem- og tilbagegaaende Bevægelse.

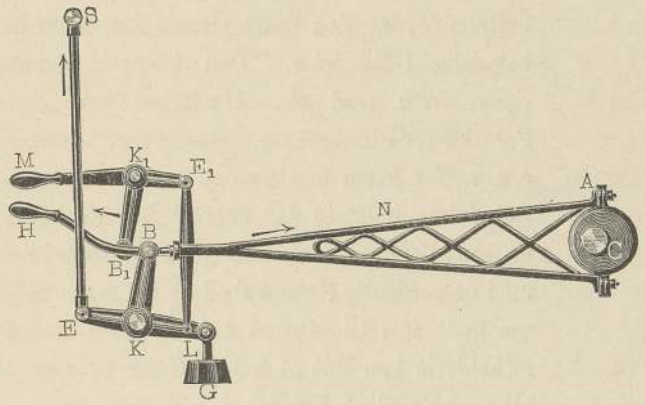


Fig. 25.

Knappen B, som omsluttes af en Gaffel paa Enden af Vinkelvægtstangen BKE, hvis Hvilepunkt er i K, tager igjen ved sin Bevægelse frem og tilbage KB med sig, hvorved ES, der er forbunden med Gliderstangen t (Fig. 21—23) kommer til regelmæssig at skyde Glideren op og ned. Den i L ophængte Vægt G tjener som Modvægt mod Stangen ES.

Skal nu Maskinen sættes i Gang, skydes Knappen B ved et Ryk i Haandtaget H ud af Gaffelen, og ES sættes ved Haandkraft i saadanne Stillinger, at Dampen kan træde ind i Cylinderen baade foroven og forneden og tilmed fylde Fortætteren, hvis Indsprøjtningshane holdes lukket. Dette kaldes at gjennemblæse Maskinen og tjener til baade at varme de forskjellige Dampgange og strax at frembringe et lufttomt Rum. Naar nemlig Dampen strømmer ind, vil den opvarme Maskindelene, en Del vil til at begynde med fortætte sig, men siden kan den holde sig som Damp og udblæse Luften af alle Gangene, og Overskuddet vil presse sig ud af en i Fortætteren anbragt udadgaaende Blæseprop, der fører ud til Koldtvandskassen, hvor Dampen endelig fortættes. Det er denne Gjennemblæsen, som frembringer den Støj, man hører, naar større Maskiner sættes i Bevægelse, og som i et Par Minutter foraarsager et Tab af Damp. Saasnart Indsprøjtningshanen da aabnes, frembringes der i Fortætteren et lufttomt Rum, Maskinen sætter sig i Bevægelse, og naar da Excentriken derved kommer i Gang, trykkes Knappen B atter ind i Gaffelen paa KB.

Figuren viser tillige en Vægtstangsmekanisme, der tillader at omstyre Maskinen, det vil sige faa Bevægelsen til at gaa i modsat Retning. Punktet K_1 er nemlig Hvilepunktet for en anden Vinkelvægtstang $B_1K_1E_1$, hvis Gaffel B_1 gaar frem og tilbage uden Forbindelse med Trækstangen, saalænge B — som i Figuren — omslutter Knappen. Er i et givet Øjeblik Bevægelsen saadan, som Pilene angive, gaar B hen imod N og ES opad, og skal nu Maskinen omstyres, saa rykkes Knappeu ved Hjælp af H ud af Gaffelen, M trykkes nedad, hvorved E_1L rykkes op og tvinger ES til at gaa ned, og lægges da Gaffelen B_1 om Knappen, saa gaar Maskinen strax den anden Vej.

Forskjellige andre Maader at indlade Dampen til Cylinderen angav Watt efterhaanden. Den Kombination af Propper, som Figur 26 og 27 gjengiver, var en naturlig Affødning af de til den enkeltvirkende Maskine anvendte; de bleve patenterede Murray i Leeds, men Watt og Bolton godtgjorde, at de alt længe havde betjent sig af dem. Cylinderen staar foroven og forneden i Forbindelse med to Kamre, der igjen begge give Adgang til Damprøret gjennem DD, og Fortætteren gjennem FF,. Naar — som i Figur 26 — den øverste og nederste Prop ere aabnede, derved at Stangen A, som bærer dem, er trukken op, da kan Dampen gaa fra D ind over Stemplet, og fra Cylinderen ind i Fortætteren gjennem F,. Skydes A ned, og trækkes B, som bevæger sig damptæt gjennem Bøsninger i A, op, saa kan (Fig. 27) Dampen gaa ind under Stemplet gjennem D,, og Damprummet over Stemplet tømmes gjen-

nem F. Propperne aabnes og lukkes enten ved

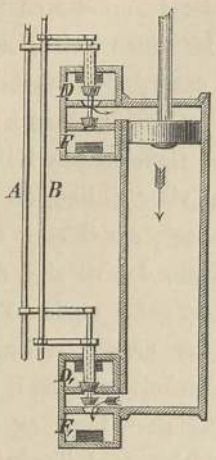


Fig. 26.

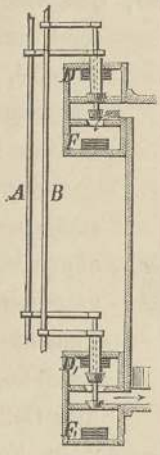


Fig. 27.

en Tapbom, anbragt paa Luftpumpens Stang, eller ved Excentriken.

Ved Firegangshanen sker dette endnu paa anden Maade. Dampen kommer ind fra D (Fig. 28) løber gjennem den ene Gjennemboring i Hanen A over til Cylinderens Overkant,

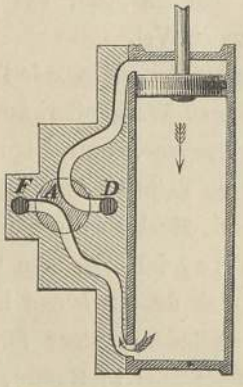


Fig. 28.

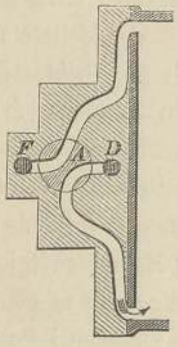


Fig. 29.

medens den Damp, som har virket, strømmer til Fortætteren F gjennem den anden Gjennemboring. Drejes Hanen til Stillingen Figur 29, gaar Dampen den modsatte Vej.

Af disse Indretninger stod i lang Tid Propperne i størst Anseelse, blandt andet fordi de let kunde anvendes i Maskiner, der arbejdede med Expansion. Nu bruges i de allerfleste Tilfælde Glidere, som oftest rigtignok af anden Form, som senere skal blive omtalt.

Efterat da nu den dobbeltvirkende Maskine var stillet paa Benene og var fremtraadt med en saa høj Grad af Fuldkommenhed, er det indlysende, at den snart maatte faa en meget betydelig Udbredelse. Den trængte virkelig ogsaa frem med stor Hurtighed; de store Fabriksbyer Birmingham, Manchester, Liverpool o. s. v., for hvem den maatte have saa væsenlig Betydning, indførte den snart i stor Maalestok, og Fordelene vare øjensynlige. Den arbejdede med overordenlig Nøjagtighed og lod sig benytte saa godt som til ethvert Arbejde; den kostede forholdsvis kun lidt at holde i Gang og sparede altsaa betydelige Kapitaler.

Man vil kunne gjøre sig en Forestilling derom, naar man hører, at en Cornwallmaskine med et Forbrug af 1 Bushel Kul kan udrette det samme Arbejde, som 20 Mand i 10 Timer. Da nu en Bushel koster omtrent 2 Mk., har Maskinen altsaa reduceret Daglønnen til ikke engang 2 Sk., og hvad det har at sige i et Land, hvis Maskiner udrette mindst 30 Millioner Mands Arbejde, indser enhver.

Og alt dette iværksattes af én Mand, som endda fik Tid til at give sig af med mange andre Ting. Vi have allerede set, at hans Patent af 1769 indeholdt adskillige Principer, som ikke fandt Anvendelse ved nogen af de beskrevne Maskiner, men som han siden udarbejdede. Vi skulle saaledes nævne den rotatoriske Maskine, som fuldstændig blev præciseret i Patent af 1782, men som rigtignok aldrig har vundet Udbredelse, trods det at mange andre, blandt dem ogsaa vor bekjendte Landsmand S. Hjorth, have givet sig af med den. Dens Princip er meget simpelt; man vil undgaa den hele komplicerede Indretning, som er fornøden for at frembringe Omdrejningsbevægelsen, og man vil indføre en Simplifikation, hvorved al den Modstand, som skyldes Svinghjul, Krumtap o. s. v. fjernes. Vi skulle kort angive, hvorledes Watt tænkte sig dette udført.

I en fastliggende stærk Jerncylinder EE (Figur 30) er Maskinaxlen D indlagt centralt; paa D er fæstet en Arm A, som ligger an mod Cylinderens Indervæg og formedelst en Pakning slutter tæt til den. Det er denne Arm, der virker som Stempel, idet Dampen, som kommer ind fra H, trykker paa den og tvinger den til at rotere. B er en anden Arm, som slutter damptæt mod Axlen D, og som kan dreje sig om et Hængsel c, saa at den kan lægge sig op i Indskjæringen a i Cylinderfladen. Saasnart

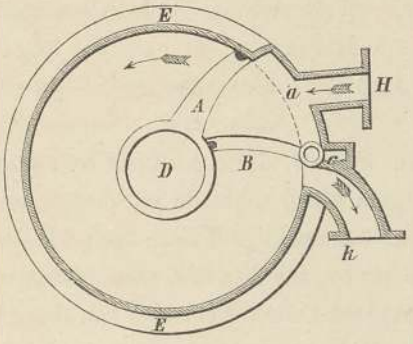


Fig. 30. Rotatorisk Maskine.

nu Dampen har drejet A rundt, indtil den naar B, lægger denne sig op i a; samtidig spærrer den for H, men naar A atter har naaet den i Figuren angivne Stilling, presses B fra, Dampen strømmer atter ind, og Bevægelsen fortsættes. Den Damp, der har virket, kan gjennem k løbe over i en Fortætter.

Maskinen kom aldrig videre end til Tegningen, saa det synes, som om Watt selv har følt, at den stod tilbage for de andre. Der er som sagt andre, der have arbejdet paa at forbedre den, men det er lige saa lidt lykkedes dem at give den praktisk Anvendelse.

Man har maaske af alt det foregaaende faaet den Forestilling om Watt, at han var en Mand, der styrede og ledede hele Forretningen, og at han selv gik med og om just ikke tog Del i Arbejdernes Udførelse, saa dog var tilstede i Fabriken og førte skarpt Tilsyn med den; det var imidlertid saare langt fra Tilfældet. Han var selv ikke i Besiddelse af særdeles praktisk Færdighed, deltog ikke i Forfærdigelsen af sine Modeller, ja kom kun en enkelt Gang om Ugen ind fra sin Bopæl, der laa en Milsvej fra Fabriken, og opholdt sig da højst en halv Timestid derinde.

Af Naturen synes han at have været hengiven til at leve i Tankernes Verden, fremfor selv at gribe ind i Livet. En vis ydre Ladhed har været forbunden hermed, ialfald skal han selv som gammel Mand have sagt, „at han kun havde haft to Fornøjelser i Livet, at pleje sin Magelighed og at sove“; men at han trods denne Lyst har forstaaet paa sin Maade at arbejde, det viser jo alt, hvad han gav.

Han forblev i Kompagni med Bolton, indtil deres Patent i 1800 løb ud; da trak baade han og Kompagnonen sig ud af Forretningerne og overlode Bedriften til deres Sønner, som under samme Navn have fortsat den siden og høstet baade Ære og Fordel af den Arv, de fik.

I 1790 kjøbte han sig en større Gaard i Heathfield i Nærheden af Birmingham, hvor han boede lige til sin Død. Han samlede her en Kreds af trofaste Venner om sig, der gjerne lyttede til hans Ord, naar han med stort Talent fortalte den ene Historie morsommere end den anden eller gjengav et af de utallige Digte, han havde slugt i sin Ungdom og bevaret i sin mærkværdig stærke Hukommelse. Der dannedes en Slags Klub derude, hvori han førte Forsædet, og hvis Medlemmer kappedes om at hylde den geniale Vært, der bragte Liv og Munterhed med sig og havde et godt Ord til enhver. Den Skyhed og Utilgjængelighed, der havde hvilet over ham efter Konens Død og efter de første Skuffelser, havde mere og mere lagt sig, efterhaanden som han fik Udbytte og Ære af sine Anstrængelser, og nu, da han igjen havde giftet sig med en særdeles aandrig og elskværdig Dame, en Miss Mac-Gregor, Datter af en rig Kjøbmand fra Glasgow, straalede Humøret atter.

Man maa imidlertid ikke tro, at Talen i disse Aftenselskaber alene gjaldt Litteratur og Dagsbegivenheder. Ting, som laa hans Geni nærmere, kom ogsaa ofte med, og ikke sjælden fik han i Samtalens Løb en Tanke, som han gjemte og videre udarbejdede.

Der fortælles f. Ex. at en af hans Venner en Aften kom ind og var meget optaget af en Opfindelse, han havde gjort, et Slags dobbelt Pen, ved hvilken man kunde skrive baade Brev og Kopi paa en Gang. Watt skal da have udladt sig med, at det var endda ikke saa forfærdeligt, han skulde levere et endnu bedre Apparat, — og næste Dag havde han opfundet Kopierpressen (Patent 1780). Da han siden viste den frem og uddelte Prøver paa dens Arbejde, bad han sine Gjæster modtage dem, „fra en ung Kunstner, som ikke bestiller andet end at gaa i sit 83de Aar.“

Vi have alt anført, at han med Hensyn til Parallelogrammet selv blev forundret over, at det gik saa godt. Han skal have sagt, at da han saa det arbejde første Gang, havde han samme Fornøjelse, som naar han saa en andens Opfindelse, — og med Hensyn til den Hurtighed, hvormed han arbejdede, da er det jo betegnende, at Ideen til den enkeltvirkende Maskine blev færdig i Løbet af et Par Dage, da først Fortætterprincipet var faldet ham ind.

Det er overhovedet denne forbavsende Lethed i at sætte sig ind i Tingene og overskue dem, der var et Særkjende for ham, og hvoraf hans Omgangsvenner oftere gjorde Brug, idet de saa at sige æggede ham til at give sig af med Ting, som han før slet ikke kjendte til. Naar der saaledes en Dag gjordes ham det Forlangende at bygge et Orgel, saa er det ganske korrekt, at han svarede, „hvordan skulde jeg kunne det, jeg har ikke Begreb om Musik“, — men Opfordringen virkede dog; da han først havde givet sig hen til Tanken derom, havde han ingen Ro, før den var udført, og Orgelet blev lavet. Han fik fat i en Bog om Akustik og paa Grundlag af den udførte han det, og hvad endnu er mærkeligere, han stemte det fuldkommen korrekt, og det efter en saa vanskelig og specifik Methode, som den, der er baseret paa det akustiske Phænomen Stødene.

Hvad Helbredet angik, som i hans yngre Aar kun var daarligt, da bedrede det sig med Tiden, ja det syntes, som om Aarene gjorde ham bestandig stærkere. Han var en rask og rørig Gubbe, ildfuld og usvækket, begavet med en forbavsende Hukommelse og Lethed i Opfattelse. Et træffende Exempel herpaa fortæller Arago. Watt troede at have bemærket, at hans Aandsevner tog af, og gav sig derfor „den Tanke tro, som hans Segl — et Øje omgivet af Ordet observare — indeholdt, til at iagttage sig selv. Den mer end halvfjerdsindstyveaarige Mand søgte da en eller anden Gren af den menneskelige Viden, paa hvilken han kunde prøve sine Kræfter, men blev trøstesløs over ikke at finde nogen, som han ikke allerede havde givet sig af med. Han kom endelig i Tanke om, at der gives en vanskelig angelsaxisk Mundart; den blev da det forønskede Prøvemiddel, og den Lethed, han havde ved at gjøre sig til Herre over den, viste ham, at hans Bekymringer havde været ugrundede.“

I Sommeren 1819 begyndte nogle foruroligende Symptomer at tyde paa, at hans Endeligt var nær forestaaende. Han følte selv, at det var alvorligt, og fra det Øjeblik af var han ganske optagen af Tanken derom. Han takkede Forsynet, fordi det havde givet ham den Lod at være sit Fædreland en nyttig Borger, for alle de Velgjerninger, han havde modtaget i sit lange Liv, og ikke mindst for den Alderdommens Ro og Tilfredshed, han havde faaet. Den 25de August samme Aar endte han sit daadrige Liv, 83 Aar gammel.

Han blev begravet i Sognekirken i Heathfield. En Marmorstatue af Chantrey, der viser ham i Begreb med at afridse Tegningen til Maskinen, blev af Sønnen opstillet paa hans

Grav. En anden fra samme Haand blev af Sonnen skjænket Glasgoweruniversitetet, som havde taget sig af ham i hans Ungdom. Hans Byesbørn rejste ham en Statue i Bibliotheket i Greenock, og endelig har hans Landsmænd i Westminsterabbediet rejst ham et prægtigt Mindesmærke. Den meget lange Inskription paa dette slutter med, at det er rejst for

JAMES WATT,

SOM ANVENDTE EN MÆGTIG NATURBEGAVELSE,
DER TIDLIG BLEV UDVIKLET VED VIDENSKABELIG GRANSKNING,
TIL FORBEDRING AF
DAMPMASKINEN
OG DERVED BERIGEDE SIT LANDS HJÆLPEKILDER,
FORØGEDE MENNESKESLÆGTENS MAGT
OG HÆVEDE SIG TIL EN FREMRAGENDE PLADS
BLANDT VIDENSKABENS YPPERSTE DYRKERE
OG VERDENS SANDE VELGJØRERE.

At Fabriken i Soho, det første og største Etablissement for Tilvirkning af Dampmaskiner, blev et af Alverdens Mekanikere i høj Grad søgt Sted, kan let forstaaes. Det blev et Slags nationalt Polyteknikum for Storbritaniens Ingeniører. Fremmede strømmede dertil for at lære og derfra medbringe de nye Maskiner til deres Hjem, og derfra udgik da ogsaa de første Maskiner til Fastlandet. Bettancourt, som var sendt over for den spanske Regjering, medførte derfra de første til Spanien, Périer den ældre hjemførte den første Maskine til Paris 1775, og mange foruden dem.

Det fortjener ogsaa at udhæves, at den første Maskine, der drev en virkelig brugbar Dampbaad, den nemlig, som Fulton i 1807 lod indsætte i Dampbaaden Clermont, var fabrikeret af Watt, og endelig er det vel heller ikke uden Interesse, at Watt var den første i England, der benyttede Gasbelysning, og den første af alle, hvis Gas tilvirkedes af Stenkul.

Da han havde hørt, at Murdoch gav sig af med Forsøg over Gasbelysning, gav han sig strax paa Rejse for at se og drage Nytte af dette nye Belysningsmiddel, og det er mærkelig nok, at Murdoch selv netop samtidig rejste op fra Cornwall for at tilbyde Watt sin Tjeneste. De mødtes i samme Kro, uden at den ene anede, hvem den anden var, indtil Talen kom paa deres Rejses Maal. Murdoch fulgte da Watt til Soho og etablerede der i 1798 det første engelske Gasværk.

OTTENDE KAPITEL.

HØJTRYKSMASKINEN: EVANS. — MAUDSLAY. — HØJ- OG LAVTRYKSMASKINER: HORNBLOWER. — WOOLF.

Efterat vi i det foregaaende have vist, hvorledes Dampmaskinen arbejdede sig frem til den Højde, Watt gav den, skulle vi i dette Kapitel give en Oversigt over de væsenligste Ændringer, den har undergaaet siden hans Tid. Det er gaaet denne Maskine, som det er gaaet f. Ex. den elektriske Telegraph, at fra det Øjeblik, den forelaa i anvendelig Form, har den gjennemgaaet en uendelig Række Modifikationer. Den er bleven indrettet forskjellig i de forskjellige Lokaler, hvori den skulde opstilles, den har faaet sine enkelte Dele flyttede snart hist hen, snart her, eftersom Maskinhusets Rumfang eller Teknikerens Lune eller hvad andre Faktorer, der kunde komme med, have fordret det, — der er næppe længer to Maskiner, som ere fuldkommen ens, der kan

altsaa kun tales om Typerne, om de forskjellige Principer, som saa enhver kan anvende efter Godtbefindende.

Man har set, at Watt til at begynde med, tog fat i Brændselsbesparelsen; det var Hensynet dertil, der ledede ham ind paa Forbedringerne, det var det, der bestandig laa paa Bunden, og man har set, i hvor høj Grad det lykkedes ham at reducere det forhen overdreven store Brændselsforbrug, og hvilken Løn han fik derfor. Hans Maskine var fortræffelig, hans Landsmænd vare stolte af den og af ham, de tog den, som han gav den, og anvendte den i mange Aar uden at tænke paa Forandring.

Og dog var der trods alle dens Fortrin en Hage ved den, den nemlig, at den i Hovedsagen kun var beregnet paa at benyttes paa Steder, hvor stor Kraft var fornøden. Hvor det gjaldt smaa Kræfter, Anvendelser altsaa i Fabrikationer, der vel arbejdede fordelagtig med Værktøjsmaskiner, men hvis Maskiner ikke fordre megen Kraft, Spinderier f. Ex., der tabte den i Brugbarhed, der blev Bekostningen til dens Anskaffelse og Drift uforholdsmæssig stor. Ønsket om at lempe den til ethvert Brug, til at simplificere den og yderligere formindske Udgifterne, har da ledet til en Række af gjennemgribende Ændringer, og har maaske i det allerstørste Antal Tilfælde forandret Watts Maskine.

I de wattske Maskiner træder Dampen ind i Cylinderen med et Tryk af 1 Atmosphære eller dog kun meget lidt derover. Medens dette Damptryk — 14,14 Pd. paa Kvadrattommen — virker paa den ene Side af Stemplet, frembringes der ved Fortætterens Hjælp et lufttomt Rum paa den anden Side, saa at Dampen kommer til at virke med hele sit Tryk. Men det er klart, at man kan opnaa det samme Resultat ved at lade Dampen træde ind med to Atmosphæres Tryk og saa lade den under Stemplet værende Damp, som virkede til Bevægelse ved forrige Stempelslag, strømme ud i Luften uden først at fortættes. Den vil da udøve et Modtryk paa Stemplet af 1 Atmosphæres Størrelse, men Overskuddet af Trykket fra den anden Side vil endnu stedse være 1 Atmosphære, eller Maskinen vil virke med samme Kraft som før. Indrettede man sig imidlertid saaledes, vilde dette medføre en væsenlig Forandring i Maskinens Konstruktion; man behøvede nemlig da ikke nogen Fortætter, de mange Pumper kunde følgelig udelades, Maskinen vilde blive mindre kompliceret, altsaa mindre bekostelig at anskaffe. Vilde man anvende større Kraft, behøvede man kun at give den indtrædende Damp større Spænding, hvilket opnaaes ved stærkere Opvarmning; man har set, at Spændkraften voxer langt stærkere end Varmegraden, det er paavist, at det med Hensyn til Brændselsudgift er omtrent ligegyldigt, om man arbejder med større eller mindre Dampspænding, der kan altsaa opnaaes væsenlige Fordele ved en saadan Disposition.

Det er det, man har gjort; man har indrettet Maskiner, baserede paa dette Princip, Maskiner, som altsaa i Modsætning til Watts Maskiner med Fortætter ere Maskiner uden Fortætter. Da de wattske Maskiner igjen i Reglen arbejde med et lavt Tryk, har man kaldet dem Lavtryksmaskiner; de andre ere da at kalde Højtryksmaskiner, men herved er dog at bemærke, at Betegnelsen Højtryksmaskine nutildags ikke alene omfatter saadanne, som arbejde uden Fortætter. Naar en Maskine nemlig arbejder med et Damptryk af indtil $1\frac{1}{2}$ Atmosphære, kalder man den nu en Lavtryksmaskine, ellers Højtryksmaskine*). Deraf følger, at en Lavtryksmaskine nødvendig maa have Fortætter, men en Højtryksmaskine kan ogsaa gjerne arbejde med Fortætter.

En Maskine af den Art, Leupolds (Figur

*) Man inddeler igjen ofte Højtryksmaskinerne i Middeltryks- og Højtryksmaskiner, idet man ved de første forstaar saadanne, som arbejde med en Dampspænding af $1^1|_2$—3 Atmosphærer.

10), har allerede forhen været omtalt. I den strømmede Dampen, saasnart den havde forrettet sin Tjeneste, ud i Luften; Leupold har altsaa først angivet en Højtryksmaskine 1724; men, som det alt dengang blev bemærket, vakte denne Maskine ingen Opmærksomhed, Princípet for den blev først langt senere anvendt.

Det var en amerikansk Hjulmagersvend Oliver Evans, der først bragte den Slags Maskiner frem. Han har, som det synes, ikke haft nogen Anelse om, at Dampens Spænding allerede var benyttet til at frembringe bevægende Kraft, da han fik den Tanke at forsøge en saadan Anvendelse. Den første Impuls til overhovedet at befatte sig med den Slags Sager, skal han have faaet i 1773 ved at affyre en Slags Knaldbøsse; i et Geværløb blev heldt noget Vand, en Prop sat i Mundingen, Løbet derefter lagt paa Ilden, og saa kastedes Proppen ud med stor Kraft, — med andre Ord Marquien af Worcesters Sprængforsøg forelaa her i lidt anden Form. Explosionens Heftighed har nu i højeste Grad forundret ham, og han har deraf faaet den Ide at forsøge en Anvendelse i Retning af Drivkraft.

Han har ved at omtale sin Stræben herefter snart faaet at vide, at Dampkraft alt forlængst var bleven anvendt; Newcomens Maskine er bleven ham bekjendt, og han har spekuleret over den. Det har da vakt hans Forundring, at den uhyre Kraft, Dampen har, igrunden slet ikke benyttes i Newcomens Maskine, forsaavidt som Dampen i den kun bruges til at fremkalde et lufttomt Rum; derfor har han foresat sig at forfærdige Apparater, hvor Dampen anvendtes direkte. I de Modeller, han i den Anledning konstruerede, skal han have benyttet Damp af indtil 10 Atmosphærers Spændkraft.

Forsøget er lykkedes ham; han har i 1782 opstillet Maskiner i Kornmøllerne, som arbejdede godt, og det Held, der her fulgte ham, ansporede ham siden til at tage fat paa Problemet Dampkjørsel. Hvor lidt hans Bestræbelser i den Retning slog an, skal paa sit Sted nærmere blive omtalt, her bemærke vi blot, at han ikke havde Lykken med sig i dette Foretagende, at han som Følge deraf opgav det og siden udelukkende gav sig af med Forfærdigelsen af Højtryksmaskiner til Fabriksbrug. Et stort Maskinværksted opførtes under hans Ledelse i Philadelphia, fik senere en Aflægger i Pittsburgh, som bestyredes af hans Søn.

En Mængde Maskiner udgik fra disse Etablissementer til de forskjellige Steder i de forenede Stater, og trods Modstand og Fordomme banede Systemet sig Veje. Han blev dog aldrig Vidne til den store Fremgang, hans Ideer fik, thi i Marts 1819 nedbrændte alle de store Bygninger; de betydelige Kapitaler, der stode i dem, gik dermed til Grunde, og Sorg derover fremkaldte allerede faa Dage efter hans Død.

Med Hensyn til Højtryksmaskinernes Fremgang i Europa, havde de en lang Kamp at bestaa. Englænderne optoge nødig et System, som syntes at forringe Betydningen af deres eget; store Kapitaler stode i deres Maskiner og Etablissementerne til disses Forfærdigelse, de strede derfor imod saa længe som mulig. Men Fordelene ved de nye Maskiner vare altfor øjensynlige; den Kraftforøgelse, de gav samtidig med Besparelsen af Plads og Simpelhed i Indretning lode sig ikke miskjende, det kunde da altsaa ikke være andet, end at de efterhaanden maatte vinde Terræn.

Det er især fra 1820, at de udbredte sig i større Maalestok, indførte i England allerede 1801 af Mekanikerne Trevithick og Vivian. En stor Gunst kom de i, da Maudslay sidst i Tyverne fandt paa at omsætte Stempelstangens retliniede Bevægelse til en roterende uden Hjælp af Balance. Figur 31 viser en Maade, hvorpaa dette kan ske. Stempelstangen styres ved Hjælp af to Kulisser E, E, idet Endestykket B indvendig er forsynet med et Par Ruller, der

løbe langs E, E. Derved tvinges Stangen til at bevæge sig i en ret Linie, uagtet Forbin-

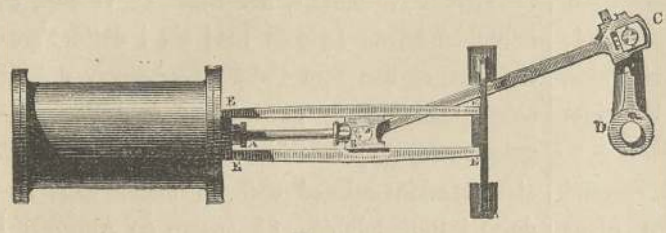


Fig. 31.

delsesstykket BC, Plejlstangen, der overfører Bevægelsen direkte til Krumtappen CD, snart søger at rykke den til den ene Side, snart til den anden.

En anden Methode at opnaa det samme sees af Figur 32, der viser en Højtryksmaskine

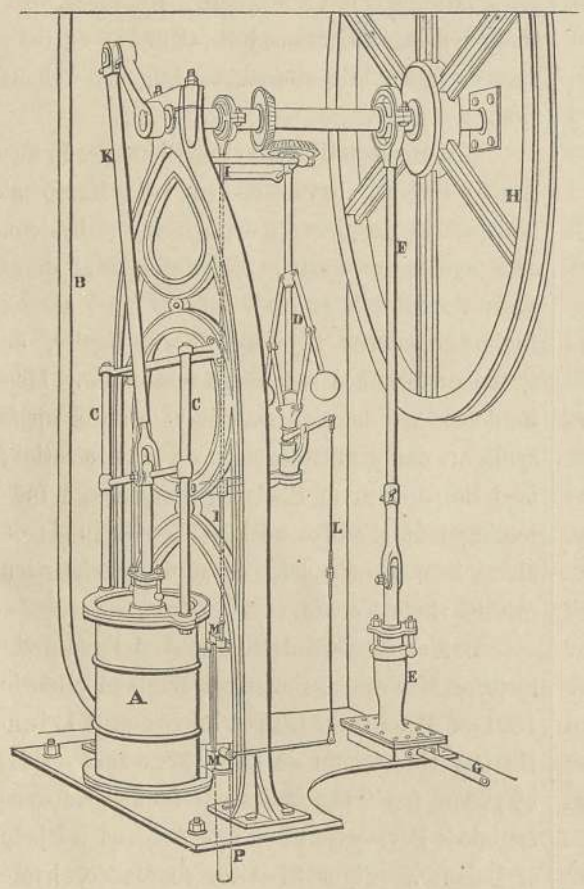


Fig. 32. Højtryksmaskinen.

i sin Helhed. Stempelstangen er her fæstet til et Tværstykke, som glider op og ned mellem de to lodretstaaende Stænger C, C; K er her Plejlstangen. A er Cylinderen, til hvilken Dampen strømmer ind igjennem Røret P, efter først at have gaaet igjennem Glideren, som bevæger sig i Gliderkassen MM. Naar Dampen har virket, kan den gjennem Røret B strømme ud i Luften; man indretter sig gjerne saaledes, at Røret lægges igjennem en Koldtvandskasse, for at Spildedampen kan afgive Varme til det i den indeholdte Vand, som siden benyttes til Kjedlens Forsyning; der spares paa denne Maade Brændsel. D er Regulatoren, som ved Hjælp af Stangen L og øvrige Vægtstænger aabner og lukker Drøvlklappen i Damprøret P. F er Pumpestangen til Forsyningspumpen E, som gjennem Røret G sender Vandet fra den omtalte — i Figuren ikke angivne — Kasse til Kjedlen. Denne Pumpe kan efter Behag sættes ud af Gang, idet Fyrbøderen blot behøver at udtage den Bolt, som fæster F til Pumpestangen. H endelig er Svinghjulet. Pumpestangen F og Gliderstangen I bevæges begge af Maskinen selv ved Hjælp af Excentriker, fæstede paa Axlen.

Hvad Højtryksglideren angaaer, da har den i Reglen den af den føromtalte Murray angivne og i Figur 33 afbildede Indretning (Patent 1799). Cylinderens ene Væg dannes af en Plade med to Gjennemboringer, en til Cylinderens Overkant, en til Underkanten. Denne Plade er ligefor Damprøret C sleben plan, en Skaal med plansleben Rand lagt paa, og denne Skaal, Glideren, føres af Gliderstangen op og ned. Kommer Dampen ind i Gliderkassen, da kan den, naar Glideren staar som i Figuren, gaa ind under Stemplet og trykke det opad. Hvis man nu, naar Stemplet havde naaet sin øverste Stilling, lod Glideren blive staaende, vilde Bevægelsen øjensynlig standse, selv om

man paa en eller anden Maade fik Dampen til strømme ud i Luften. Men rykkede man Glideren ned, vilde Dampen gaa ind i Cylinderen

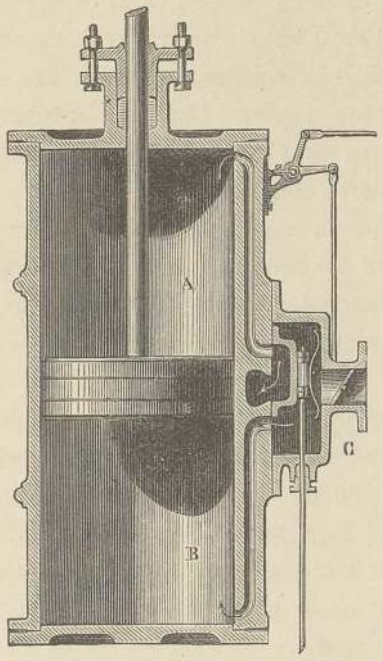


Fig. 33. Højtryksglider og Cylinder.

gjennem den øverste Gjennemboring, og Bevægelsen igjen begynde og fortsættes, saafremt man atter gav Tilgang forneden og samtidig Udgang foroven. Det er nu i Virkeligheden, det som sker, og det saaledes at Udgangen til Luften finder Sted gjennem selve Dampgangene. Samtidig nemlig med at Dampen slipper ind under Stemplet, gaar den fra Cylinderens øverste Rum bort gjennem den øverste Gjennemboring, som munder ud i Skaalens Hulhed; den kan derfra løbe ud i Luften gjennem et i Cylindervæggen mellem Gjennemboringernes Mundinger anbragt Rør (B, Figur 32). Trækkes Glideren ned, vil Dampen gaa ind over Stemplet og bort gjennem den nederste Gjennemboring til Udløbsrøret, som ogsaa i denne Stilling munder ud under Gliderskaalen.

De to Systemer, Højtryk og Lavtryk, udelukke, som man maaske har ventet, aldeles ikke hinanden; man kombinerer dem i Virkeligheden med stor Fordel, konstruerer altsaa Maskiner, som baade arbejde med Højtryk og Fortætter. Ideen til saadanne Høj- og Lavtryksmaskiner er heller ikke ny, den daterer sig allerede fra 1781, da Jonathan Hornblower, en engelsk Mekaniker, gjorde det første Forsøg i den Retning. Hans Tanke var at benytte Dampens Udvidekraft (Expansion) i langt større Maalestok, end Watt, som aldrig anvendte den i synderlig Udstrækning. Han vilde lade Dampen virke først paa et Stempel og siden paa et andet, men skjøndt Ideen er sund og nu praktisk anvendes med stor Fordel, lykkedes det ham aldrig selv at gjøre noget ud af den. Grunden dertil var, at han hverken turde anvende Fortætter eller lukket Cylinder, saasom dette var Watt patenteret; han maatte derfor arbejde med Indsprøjtning i Cylinderen ligesom Newcomen, og derved tabtes langt mere, end der kunde vindes ved hans nye Indretning, saa at Opfindelsen blev ham selv aldeles unyttig. Han spildte sit Liv og sin Formue paa at omgaa Watts Patenter, men uden som sagt nogensinde at faa noget ud af sine Bestræbelser.

Anderledes gik det derimod efter Udløbet af Watts Patent i 1800; da optog Arthur Woolf, en Maskinkonstruktør i Cornwallis, Tanken igjen og kunde nu virke uhindret af al Beskyttelse. Hans Patent skriver sig fra 1804, men Maskinen kom dog først i Virksomhed 6 Aar efter, forandret og forbedret og beskyttet ved nyt Patent af 1810. Princípet er som alt sagt at drage den størst mulige Nytte af Expansionen; Watt havde kun benyttet denne under en Del af Stemplets Vandring gjennem Cylinderen, her skulde et nyt Stempel drives ved den alt en Gang anvendte Damps Udvidekraft.

Ved Siden af den sædvanlige Cylinder blev nemlig sat en anden, mindre. Dampen kommer ind i den lille med en Spænding af 4—5 Atmosphærer, trykker Stemplet ned og

gaar derefter over i den store, hvor den udvider sig og forøger Maskinens Kraft ved ogsaa her at trykke paa et Stempel.

Hvorledes dette gaar til, kan sees af Figur 34, i hvilken C er Højtrykscylinderen. Forbindelsen mellem dem er for at lette Opfattelsen i Figuren angivet ved Rør med Haner; i Virkeligheden er det Glidere, som besørge Dampens Ind- og Udstrømning. Stempelstængerne fra de to Stempler A og B ere foroven forbundne ved et Tværstykke, saa at de

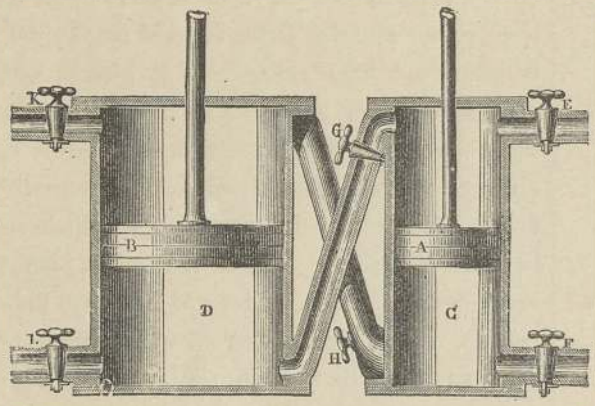


Fig. 34. Woolfs Cylinder til Høj- og Lavtryk.

stedse holdes i samme Højde og nøjagtig følges ad; en fra dette Tværstykke udgaaende Stang fæster dem igjen til Balancen eller Krumtappen. Forbindelsen mellem de to Cylindre skaffes tilveje ved to Rør, saaledes at forstaa, at den nederste Del af C er forbunden med den øverste af D og omvendt. Hanerne E og F lede Dampen fra Kjedlen snart over, snart under A, medens K og L give Adgang til Fortætteren.

Ere nu E, H og L aabne og F, G og K lukkede, da vil Dampen, som kommer ind gjennem E, virke paa A og drive det ned til Cylinderens Bund. Den Damp, som fra forrige Stempelslag befandt sig under A, kan gjennem H frit udbrede sig til Rummet over B. Den trykker paa begge Stempler, paa B nedad, paa A opad, men da Stemplet B er meget større end A, bliver Trykket paa det første større end paa det sidste, endskjøndt Dampen har samme Spænding i begge Cylindre, og desto større paa B, jo flere Gange B's Overflade er større end A's. Begge Stempler bevæge sig altsaa samtidig nedad, paavirkede baade af Fuldtrykket og Expansionstrykket. Naar de ere komne til Bunden, lukkes E, H og L, og F, G og K aabnes. Dampen strømmer nu ind fra F og trykker nedenfra paa Stemplet A; den Damp, som er over A, udvider sig til D og løfter B, medens endelig Dampen over B løber til Fortætteren gjennem K. Paa samme Maade fortsættes Stemplernes og dermed Balancens Bevægelse.

Den hele Kraft, som driver Balancen op og ned, er her øjensynlig langt større, end om der kun havde været anvendt en Cylinder, og Dampen var gaaet fra den til Fortætteren eller ud i Luften; og dog er Dampforbruget slet ikke større. Det er altsaa klart, at her er en stor Kraftforøgelse.

I Stedet for som i Figuren at sætte Cylinderne ved Siden af hinanden, kunne de stilles den ene ovenpaa den anden; begge Stempler sidde da fast paa samme Stempelstang.

Som alt anført benyttes Haner og Rør i Virkeligheden ikke; man bruger Glidere, oftest Hick's i Figur 35 afbildede Dobbeltglider. I den Plade, hvorpaa Glideren glider, udmunder 5 Rør u, ü, U, Ü og C, af hvilke ü og Ü føre til Damprummene over det lille og det store Stempel, u og U til Rummene under disse Stempler, C til Fortætteren. Glideren selv har over den sædvanlige Skaal h en Gjennemboring k, som munder ud paa begge Sider af h; dens indre Hulning h fører alene til Dampgangene Ü, U og C, den ydre Gjennemboring k baade til ü, u og Ü, U.

I Figur 35 har Glideren sin nederste Stilling; Dampen kommer fra Damprøret ind i Gliderkassen, som ikke er tegnet med i Figuren, gaar fra denne gjennem ü hen over det lille

Stempel, medens den under dette forbrugte Damp gjennem u, k og Ü løber hen over det

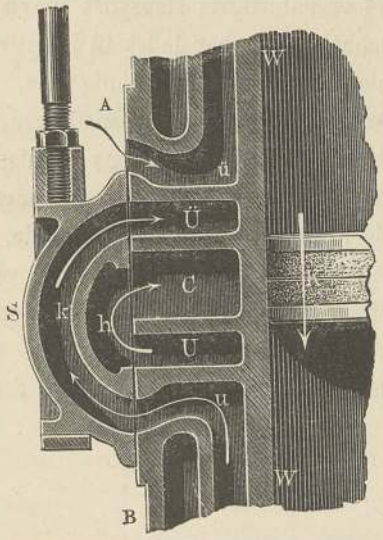


Fig. 35. Hick's Glider for Høj- og Lavtryksmaskiner.

store, K; begge Stempler gaa da nedad. Samtidig strømmer den fra sidste Stempelslag under K forbrugte Damp gjennem U, h og C til Fortætteren.

Faar Glideren sin øverste Stilling, da er u i direkte Forbindelse med Gliderkassen; ü staar ved k i Forbindelse med U, Ü derimod ved h med C, Stemplerne bevæge sig altsaa opad.

NIENDE KAPITEL.

KJEDLEN OG DERTIL HØRENDE APPARATER: VANDSTANDSMAALERE. — FORSYNINGSAPPARATER. — SIKKERHEDSAPPARATER. — TRYKMAALERE. — DAMPRUMMET. KJEDELSPRÆNGNINGER. — FORENINGER TIL DERES FOREBYGGELSE.

Idet vi i dette Kapitel nærmere skulle omtale Kjedlerne, begynde vi med at minde om, hvad alt forhen er omtalt, at Savery og Newcomen benyttede Kjedler af Form som Cylindre med halvkugleformede Dæksler. Det var Frygt for Sprængning, som havde ledet dem til at bruge den Form, thi en saadan Kjedel taaler det største Damptryk uden at sprænges. Men medens den altsaa i den Retning har et Fortrin, har den paa den anden Side en væsenlig Mangel, som siden, da Maskinerne arbejdede hurtigere, og Dampforbruget altsaa blev større, blev stærk følt, den nemlig, at en saadan Kjedels Overflade er mindre end Overfladen af enhver anden Kjedel af samme Rumfang; Ildpaavirkningsoverfladen og dermed Dampdannelsen er altsaa utilbørlig ringe, og det kunde ved de wattske Maskiner ikke paa nogen Maade gaa an. Da tilmed Frygten for Sprængning var bleven mindre ved Vanen, og da Watt aldrig anvendte Damp af synderlig stor Spænding, tog han ikke i Betænkning at anvende Kjedler af anden Form, Vognkjedler som de kaldes, fordi de ligne en Vogn med Ruf over. En saadan Kjedel sees i Gjennemsnit i Figur 36. Dens Bund er indadhvælvet, forat

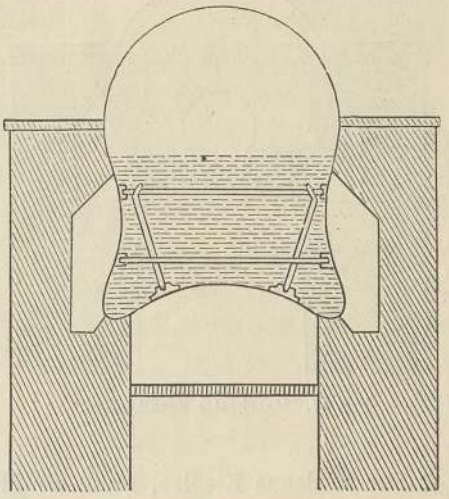


Fig. 36. Vognkjedlen.

Ilden kan faa saa stor en Flade som mulig at virke paa; baade mellem dens Endestykker og mellem Siderne og Bunden er den forsynet med Stivebolte, o: Jernstænger, som ere fæstede til Øskener, der sidde fastnittede til Kjedlens indvendige Sider; de tjene til at give den den fornødne Styrke til at modstaa Damptrykket. Ofte forsynes den med indvendig Kanal, det vil sige, der lægges for yderligere at fremskynde Dampdannelsen gjennem hele Kjedlens Længde

en Kanal, hvorigjennem Røgen kan passere; vilde man antage, at en saadan var lagt ind imellem de to vandrette Stivebolte, da vilde Røgen gaa fra Ildstedet bag om Kjedlen, derfra fremad igjen igjennem Kanalen, og endelig sprede sig til begge Sider og stryge udenom Kjedlen gjennem de i Murværket anbragte Gange ved Kjedlens Sider, som begge munde ud i Skorstenen.

Saadanne Kjedler benyttes endnu ikke sjelden ved Lavtryksmaskiner; hyppigst anvendes dog cylinderformede Kjedler, fordi de ere brugbare i alle Tilfælde, baade ved Højtryks- og Lavtryksmaskiner. Endefladerne ere da enten Halvkugler eller Planer, de sidste stedse forsynede med Stivebolte. Figurerne 37 og 38

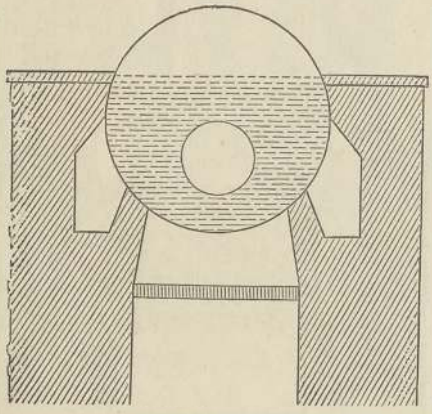


Fig. 37. Manchester Kanalkjedlen.

vise et Par saadanne Kjedler, Figur 37 Manchester Kanalkjedlen, ved hvilken Risten ligesom ved Vognkjedlen ligger udenfor Kjedlen; Røgen slaar ogsaa her op bag om Kjedlen, gaar frem gjennem Kanalen og tilbage gjennem de murede Sidekanaler. Figur 38 viser Londonner- eller Cornishkjedlen, der har Risten indvendig; den maa af den Grund naturligvis have større Gjennemsnit end den forrige. Røgen gaar gjennem den indvendige Kanal bagud, slaar om til den ene Side og gaar fremad gjennem en af de to langs dens Underkant anbragte Røgkanaler, drejer derfra foran Kjedlen om i den anden Røgkanal, der fører den til Skorstenen.

Det er naturligvis Hensynet til en hurtig Dampdannelse, der har ledet til Benyttelsen af Ildkanalerne. Sagen er nemlig den, at den Mængde Damp, en Kjedel kan levere i given Tid, hverken afhænger af dens Rumfang eller Mængden af det paafyldte Vand, men udelukkende af Størrelsen af den Overflade, der er udsat for Ildens og den hede Lufts Paavirkning, og man antager, at 1 Kubikfod Vand kan bringes i Dampform i 1 Time ved en Ildpaavirkningflade af 9 Kvadratfods Størrelse,

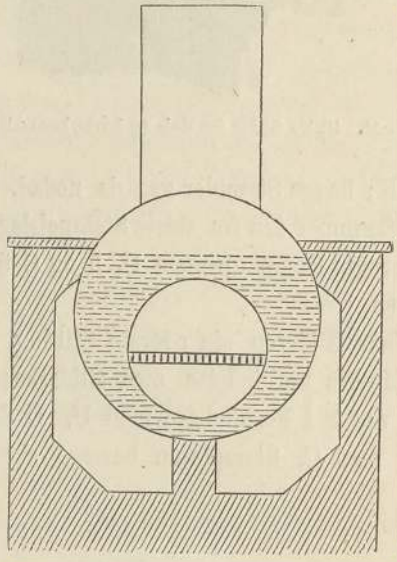


Fig. 38. Cornishkjedlen.

denne Flades Form forresten ganske ligegyldig. Man kunde da for at producere en stor Mængde Damp i kort Tid gjøre Kjedlerne meget store; men dette er upraktisk, og man er derfor gaaet en anden Vej. Man har nemlig forbundet Hovedkjedlen med en eller flere med den paralleltløbende smaa Cylinderkjedler af 16—18 Tommers Gjennemsnit, de saakaldte Kogerør eller Bouilleurs, som direkte udsatte for Ildens Paavirkning fremkalde en meget hurtig Dampdannelse. En saadan Kjedel med Kogerør eller fransk Kjedel sees i Figur 39. AA er Hovedkjedlen; BB et af

Kogerørene, det andet ligger bagved og skjules af BB. CC ere to korte Rør, som forbinde

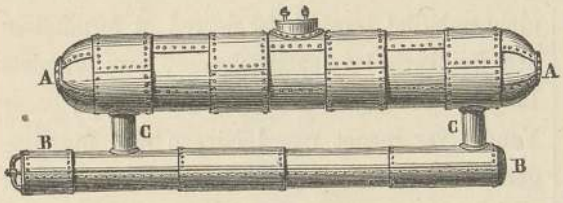


Fig. 39. Kjedel med Kogerør.

Hovedkjedlen med Kogerøret. En saadan Kjedel frembringer en betydelig Mængde Damp i kort Tid; den har tillige den Fordel, at Hovedkjedlen holder sig længere end ellers, da den ligger Ilden fjernere end Kogerørene, som først ødelægges.

Hvorledes en saadan Kjedel opstilles kan sees af Figur 40, som viser Kjedel og Murværk i alle Enkeltheder. A er Hovedkjedlen, BB et af de to Kogerør, D en i Højde med BB opmuret vandret Skillevæg, der sammen med to mellem Rørene CC lodret opmurede Skillevægge (se Figur 41) danne de Kanaler, Røgen maa passere for at komme til Skorstenen. Fra Ildstedet E stryger Røgen nemlig hen under Kogerørene igjennem Kanalen F (Fig. 41),

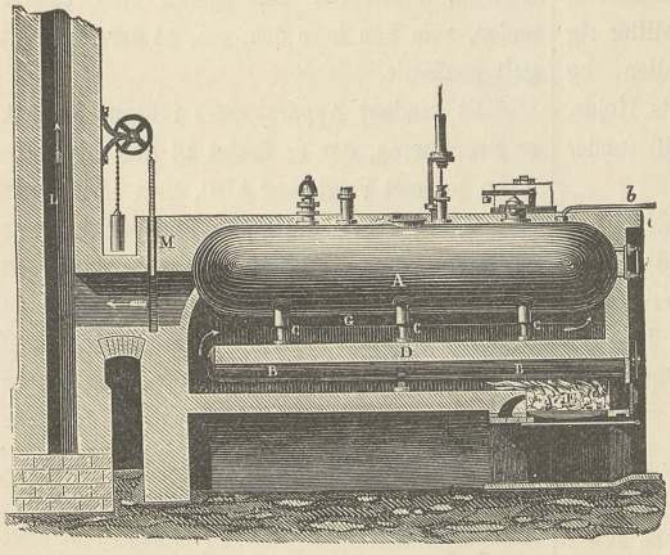


Fig. 40. Kjedlen lagt ind i Murværket.

og bøjer op bag Kjedlen til Rummet G mellem Hovedkjedlen og Kogerørene og mellem Skillevæggene CC (Fig. 41). Naar den er kommen frem gjennem dette Rum, kan den ad de to Veje H, H, langs Kjedlens Sider gaa tilbage igjen til Skorstenen L. Et Register M tjener til at regulere Trækken, idet det aabner større eller mindre Adgang fra Kanalerne H, H til Skorstensrøret. Røret b (Fig. 40) er Forsyningsrøret, gjennem hvilket Kjedlen faar nyt Vand, a (Fig. 41) Damprøret.

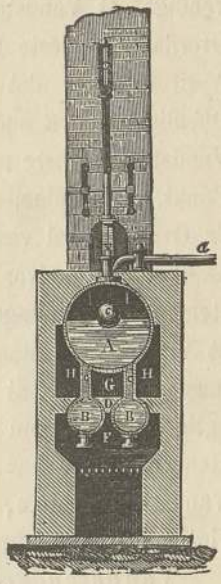


Fig. 41. Kjedelgjennemsnit.

Andre Former af Dampkjedler (Rørkjedler, Kanalkjedler) ville siden blive omtalte.

Hvad angaar det Materiale, hvoraf Kjedlerne forfærdiges, da benytter man nu saa godt som udelukkende stærkt Jernblik. Støbejern har været anvendt, men det har medført, at Kjedelvæggene maatte være meget tykke, siden Modstandsevnen kun er ringe; Prisen blev da kun overmaade lidt ringere end for Jernblikskjedler.

Newcomen anvendte Kobber, og det holdt sig i lang Tid; men da Væggene maatte være lige saa tykke som i Jernkjedlerne, blev Prisen overdreven stor. Det anvendes nu kun i saadanne Tilfælde, hvor Forsyningsvandets kemiske Beskaffenhed lader befrygte en altfor hurtig Ødelæggelse af Jernkjedler.

Jernblik er da nu saa godt som det eneste, der bruges, og det svarer god Regning; baade

er det stærkt og billigt og holder sig længe, naar Kullene ikke ere meget svovlholdige. Kjedelpladerne sammennittes og stemmes i Fugerne haardt mod hinanden.

Vandstandsmaalere. Hvormeget Vand der skal fyldes paa Kjedlen, retter sig efter Ildpaavirkningsfladen, idet det er aldeles nødvendigt, at Vandstanden er højere end denne Overflades højeste Punkt. Ved Lov af 12te April 1851 er det paabudt, at i enhver det Offenliges Tilsyn underkastet Dampkjedel*) skal Vandstanden være mindst 4 Tommer over dette Punkt, og Kjedlen, eller hvis den er indmuret, da Ovnen, skal være forsynet med et tydeligt Mærke, der angiver den Højde, Vandet er bestemt til at indtage. Det gjælder da altsaa, at Vandet altid staar til denne Højde, og der maa sørges for, at Fyrbøderen hurtig og nøjagtig kan se, om det er Tilfældet eller ej. Hensynet hertil har affødt en Række Apparater, Vandstandsmaalere, af hvilke følgende ere de vigtigste.

Vandstandsrøret er et Glasrør, fæstet i to hule Kobberbøsninger, af hvilke den øverste sidder fast paa Kjedlen over Vandstandslinien, den nederste under samme. Vandet stiller sig da lige saa højt i Røret som i Kjedlen, og Fyrbøderen kan bestandig iagttage dets Højde. Man ser Vandstandsrøret i Figur 40 under Bogstavet b.

For imidlertid at være sikker selv i det Tilfælde, at Vandstandsrøret paa Grund af Tilstopning eller andet Uheld skulde høre op at virke, er enhver Kjedel forsynet med Prøvehaner. Vi have tidligere omtalt dem ved Saverys Maskine, det er altsaa bekjendt, at de enten give Damp eller Vand. Man omgiver gjerne deres indvendige Mundinger med et gjennemhullet Jernblik for derved at formindske den Usikkerhed i Iagttagelserne, som Vandets Bølgegang i Kjedlen kunde foraarsage, naar Vandet var meget nær i Niveau med Mundingen. Den danske Lov fordrer, at hver Kjedel skal have 3 saadanne; den ene skal have sin indvendige Munding 3 Tommer over, den anden 1 Tomme og den tredie 3 Tommer under normal Vandstand.

Da de to omtalte Apparater kun opfylde deres Hensigt under den Forudsætning, at Fyrbøderen er tilstede og har sin Opmærksomhed henvendt paa dem, har man konstrueret sig andre, som kalde paa ham, naar han enten er fraværende eller forsømmer sin Pligt. Man har nemlig indrettet sig saaledes, at en Svømmer, der stedse holder sig i Vandoverfladen, aabner Adgang til en Alarmpibe, naar Vandstanden synker under det normale, og ikke holder op at pibe, førend den atter naar den rette Højde. Kommer Fyrbøderen altsaa ikke tilstede, underretter den Ejeren eller enhver anden, som kan høre den, om, at der er noget galt paafærde.

Et saadant Apparat sees i Figur 42. A er Svømmeren, der er fæstet til den ene Ende af en toarmet Vægtstang ABC, hvis Hvilepunkt er i B, og som i det andet Endepunkt bærer en Modvægt C. Paa Armen AB sidder en kegledannet Prop a, der ved normal Vandstand lukker for Dampgangen b, som fører ud til Piben. Men synker Vandstanden, saa aabner a sig, Dampen strømmer ud gjennem b, slaar an mod den cirkulære Plade cc og tvinges af denne til at træde ud gjennem den ringformige Aabning mellem Pladen og Væggen af det Rør, hvori denne sidder. Idet den da møder den skarpe Kant af Klokken d, sætter den denne Klokke i Svingning og frembringer derved en gjennemtrængende Piben. Da Vægtstangen

*) „Enhver Dampkjedel, der bruges enten som særskilt Dampapparat eller hørende til en Dampmaskine, hvad enten denne arbejder paa Landjorden eller i Skibe, som fare fra indenlandske Havne, skal være underkastet Tilsyn fra Statens Side, saafremt den har en saadan Størrelse og arbejder med en saa stor Dampspænding, at dens Kubikindhold udtrykt i Kubikfod, multipliceret med den højeste Trykforskjel, hvorunder den kan komme til at arbejde, udtrykt i Pund paa Kvadrattommen, dansk Maal og Vægt, giver et Produkt, der er større end 50."

ligger inde i Kjedlen, er det øjensynlig, at Arbejderen intet andet Middel har til at standse

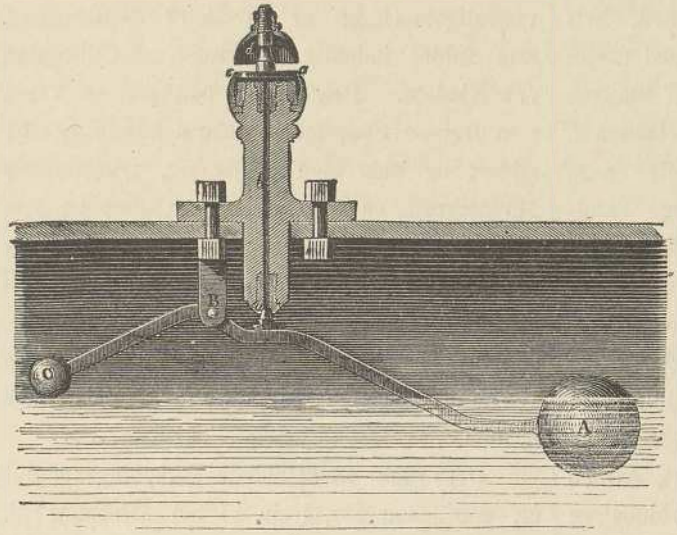


Fig. 42. Svømmer og Alarmpibe.

Pibningen end at fylde Vand paa; han kan altsaa ikke skuffe Værkmesteren.

Det kunde maaske synes, som om alle disse Apparater vare overflødige, siden enhver Kjedel har et eller andet Forsyningsapparat, som fylder Vand paa, efterhaanden som Fordampningen fremkalder Vandmangel i Kjedlen, og hvis Dimensioner ere saaledes afpassede, at Mængden af det paafyldte Vand svarer til den Mængde, der gaar bort som Damp. Man bør dog ikke slutte saaledes, thi man maa erindre, at Forsyningsapparaterne paa Grund af et eller andet Uheld kunne høre op at virke; det er da just som Kontrol for deres regelmæssige Virken, at Vandstandsmaalerne benyttes. Eller Forsyningsapparaterne kunne paafylde mere Vand end nødvendig og derved formindske Damprummets Størrelse; skulde det være Tilfældet, sættes de ud af Gang og faa først Lov at virke igjen, naar Vandstandsmaalerne have angivet, at Vandet begynder at synke under det normale.

Med Hensyn til Forsyningsapparaterne selv har alt været omtalt, at Watt benyttede en Forsyningspumpe, en Trykpumpe, som pressede noget af det ved Fortætningen opvarmede Vand ind i Kjedlen igjen. Saadanne Pumper anvendes endnu; de ere enten selvvirkende, som f. Ex. ved Lokomotiverne, eller maa sættes i Gang af Fyrbøderen enten derved, at han selv bevæger dem eller hægter dem ind i Forbindelse med Maskinen og da lader den drive dem.

For Maskiner, der arbejde med Lavtryk, kan den i Figur 43 afbildede Indretning benyttes; den skyldes Brindley, som i 1760 første Gang anvendte den paa en newcomensk Maskine. Den bestaar af et Rør BC, som munder ud omtrent 6 Tommer over Kjedlens Bund, medens dets øverste Ende rager 8 à 10 Fod op over Kjedlen. Det bærer

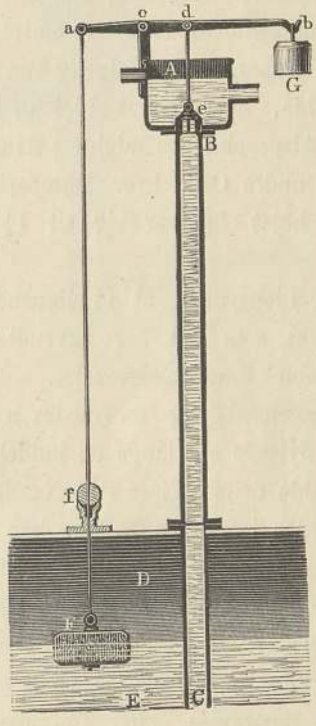


Fig. 43. Forsyningsapparat for Lavtryksmaskiner.

foroven en Beholder A, som forsynes med det varme Fortætningsvand gjennem Røret G; en

Ventil e, som aabner sig opad, tjener til at forbinde Røret med Beholderen. Ventilen løftes af Stangen ed, som i d er fæstet til den ene Arm af den toarmede Vægtstang acd, hvis Hvilepunkt er i c, og Vægtstangen acd drejes af Svømmeren F, som ved Hjælp af Stangen Fa, der gaar damptæt gjennem Stoppebøssen f, er forbunden med a. Svømmeren selv er af Jern eller Sten, og holdes, saalænge Vandstanden er normal, i Ligevægt af Modvægten G; i saa Tilfælde ligger Vægtstangen acd vandret. Men synker Vandet og dermed Svømmeren F, saa drages Armen ac ned, cdb og dermed Ventilen e op, og Vandet løber fra Beholderen A igjennem BC ind i Kjedlen. Stiger F derimod, saa har G Overvægt, Armen cb trykker Ventilen e for og hæver Forbindelsen mellem A og BC.

Da en Vandsøjle paa 33 Fods Højde er istand til at holde Ligevægt med et Damptryk af 1 Atmosphæres Størrelse, saa udøver en 8 Fod høj Vandsøjle et Tryk af omtrent $\frac{1}{4}$ Atmosphære; Apparatet kan følgelig kun anvendes i de Tilfælde, hvor Overskuddet af Dampens Tryk over Atmosphærens udgjør $\frac{1}{4}$ Atmosphære, eller med andre Ord, hvor Dampspændingen i Kjedlen højst beløber sig til $1\frac{1}{4}$ Atmosphære.

Det er øjensynlig, at et lignende Vægtstangsapparat som det her anvendte, kunde benyttes som Vandstandsmaaler. Borttoges nemlig Stangen de og forsynedes a med en Viser, der flyttede sig langs en inddelt Cirkelbue, saa vilde denne Viser stige og falde med Vandoverfladen i Kjedlen. Man har i Virkeligheden saadanne Vandstandsapparater, men de lide alle af samme Ulempe som ogsaa Forsyningsapparatet, at enten maa Stoppebøssen skrues stærkt sammen, og saa hæmmes Svømmerens frie Bevægelse, eller Tætningen bliver paa den anden Side saa ringe, at et stadigt Damptab er Følgen. Endelig bøjes Trækstangen let, og Apparatet viser da galt.

Disse Ulemper kunne for Vandstandsmaalernes Vedkommende hæves ved Benyttelsen af de saakaldte magnetiske Svømmere, hvis væsenligste Organ er en stærk Staalmagnet, som sidder indeni en klokkeformet Udbygning paa Kjedlen. Den sidder fast paa en Valse, som drejes af Svømmeren, naar denne stiger eller falder, og naar den drejer sig, tvinger dens Magnetkraft en lille udenfor Kjedlen og over den store anbragt mindre Magnet til at følge med. Idet da nu denne, som er anbragt indeni et Glashus, svinger langs en inddelt Cirkelbue, angiver dens Stilling Vandstanden; staar den ved Inddelingens Nulpunkt, er Vandstanden normal.

Det i Figur 43 afbildede Forsyningsapparat er, som man ser, i sin Virken afhængig af, hvorvidt en Pumpe eller anden Maskine holder Beholderen A forsynet med Vand; det kræver altsaa Tilstedeværelsen af endnu et Forsyningsapparat, som bringer Vand fra Hovedbeholderen op i A. Et Apparat, som er fuldstændig selvvirkende og ikke fordrer nogensomhelst anden Mekanismes Mellemkomst, er i den senere Tid kommen i Brug, nemlig Giffards Injektor eller Dampstraalepumpe. Den har den store Fordel, at den Vandmængde, den uafbrudt tilføjer Kjedlen, nøje kan afpasses efter Dampforbruget.

Den hviler paa det Princip, at naar to flydende Legemer — f. Ex. Damp og Vand — af forskjellig Vægtfylde, men med samme Tryk, strømmer ud i et tredie Legeme, hvis Tryk er mindre end deres, da bliver det mindre vægtfyldige Legemes Udstrømningshastighed større end det mere vægtfyldige Legemes. Ere da de to Aabninger, gjennem hvilke Udstrømningen foregaar, rettede imod hinanden, saa trænger det mindre vægtfyldige Legeme — Dampen — det mere vægtfyldige — Vandet — tilbage, ja kan endogsaa, naar Forskjellen i Vægtfylde er tilstrækkelig stor, ovenikjøbet rive et vist Kvantum af et vægtfyldigere Legeme, der ledes til

udenfra, med sig og presse det ind i det andet Legemes Udstrømningsaabning.

Figur 44 viser en saadan Injektors Indretning. Dampen ledes ind fra Kjedlen gjennem Røret A, hvis Vidde kan reguleres ved Hjælp af Hanen H; den gaar derfra gjennem en Mængde Huller ind i et med et kegledannet Mundstykke C forsynet Rør BC. Mundingen C kan aabnes eller lukkes ved en kegleformet Skrueventil N, som drejes frem og tilbage ved Haandsvinget M; den munder ud i et Kammer DD, som virker som Fortætter, og som ved Hjælp af Sugerøret F staar i Forbindelse med den Beholder, hvori Fortætnings- og Forsyningsvandet opsamles. Kammeret DD løber ud i et kegledannet Mundstykke E. Ved Drejning paa Haandsvinget O kan hele Røret BC tilligemed den deri liggende Ventil N hæves og sænkes, saa at Mundingen kommer til at rage mer eller mindre frem i Fortætteren D. Ligeoverfor det kegledannede Mundstykke E staar et andet G, der — som strax skal vises — ved R modtager Forsyningsvandet i Form af en Straale og fører det gjennem Røret K og Ventilen V ind i Røret L, som munder ud i Kjedlen. Ventilens Spillerum kan begrændses af den Skrue, der ligger ligeoverfor den. Røret S tjener til at bortlede det Vand, der ikke optages af Mundstykket G. Paa det Sted R, hvor Vandstraalen kommer fra E og trænger ind i G, er anbragt to smaa Glasruder, saa at man udenfra kan se Straalen slaa over mellem E og G.

Heraf følger altsaa, at de to Rør A og L staa i Forbindelse med Dampkjedlen, A med Damprummet, L med Vandet. Skal Apparatet nu sættes i Gang, saa drejer man paa Svinget M og aabner derved Ventilen N en Smule, hvorved noget Damp strømmer ud fra C og ind i D. Den med stor Hastighed udstrømmende Dampstraale river den omgivende Luft med sig og frembringer derved et luftfortyndet Rum i D, hvilket har til Følge, at den ydre Lufts Tryk presser Forsyningvandet op gjennem Sugerøret F og ind i Kammeret D. Saasnart dette Vand har naaet Mundingen E, aabnes Ventilen N fuldstændig, saa at Dampen nu strømmer ud af C med fuld Kraft. Men naar den træder ud i D fortættes den strax; den afgiver sin Hastighed til Fortætningsvandet, og der danner sig en Vandstraale, som gjennem E strømmer

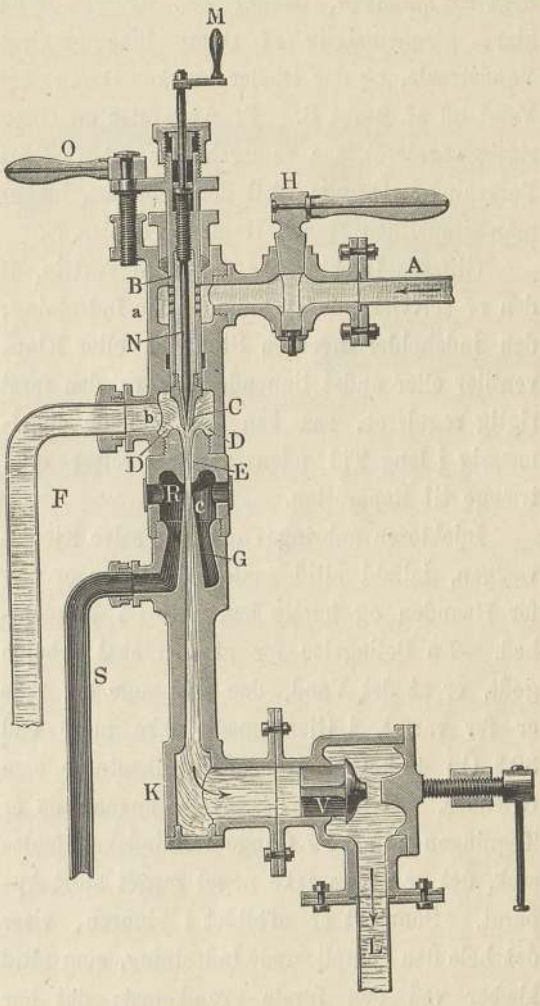


Fig. 44. Giffards Injektor.

ind i Rummet R og i Trykrøret GK. Da nu Dampen bliver ved at strømme ud af Kjedlen gjennem A og ind i Kammeret D, hvor den fortættes, og da Straalen tillige uafbrudt løber forbi Mundingen af Sugerøret F og altsaa uafbrudt suger Vand op, saa maa en Straale af Forsynings- og Fortætningsvand uafbrudt

strømme over mellem Mundingerne E og G og fra denne ind i Trykrøret K. Paavirket af denne Vandstraales Tryk aabner Ventilen V sig, og Straalen selv trænger gjennem L ind i Kjedlen. Vandets Tilstrømning kan ved en Forskydning af Røret BC ved Hjælp af Haandsvinget O reguleres efter Behag. Naar Damp- og Vandtilstrømningerne staa i det rette Forhold til hinanden, danner der sig ved R en klar, gjennemsigtig af Damp ikke omgivet Vandstraale, og der træder hverken Damp eller Vand ud af Røret S. Er Apparatet en Gang rigtig reguleret, saa vedligeholder det Kjedlens Forsyning uafbrudt; skal den afbrydes, lukker man simpelthen Hanen H eller Ventilen N.

Giffards Injektor har det store Fortrin, at den er selvvirkende og simpel i sin Indretning; den indeholder hverken Stempler eller Klapventiler eller andet lignende, og er den først rigtig reguleret, saa kan den arbejde regelmæssig i lang Tid uden at sees efter eller trænge til Reparation.

Injektoren anbringes ofte paa selve Kjedelvæggen, ialfald altid saaledes, at den er nær for Haanden og hurtig kan sættes i Virksomhed. En Betingelse for at den skal arbejde godt, er at det Vand, den skal suge op, ikke er for varmt, i Gjennemsnit ikke mere end 30° C.; 45° C. sættes af Fabrikanterne som Grændse. Hvad dens Størrelse angaar, da er Tegningen udført i 7 Gange formindsket Maalestok, det er altsaa ikke noget meget stort Apparat. Som det er afbildet i Figuren, viser det hele den komplicerede Indretning, som altid klæber ved den første Fremkomst; det har siden faaet adskillige Simplifikationer og Ændringer, som vi dog ikke skulde opholde os ved, da de alle let forstaaes af den, der har gjort sig bekjendt med dette, som det her er beskrevet.

Sikkerhedsapparater. Det Tryk, en Kjedel kan taale, er afhængig af Tykkelsen af de Plader, hvoraf den er sammensat, og af Kjedlens Diameter, saaledes at forstaa, at Styrken tiltager i samme Forhold som Pladernes Tykkelse, men aftager i samme Forhold, som dens Diameter voxer. Pladernes Tykkelse er igjen i høj Grad begrændset; en god Kjedel bør saaledes ikke forfærdiges af Plader, hvis Tykkelse er mindre end en Fjerdedel eller større end en halv dansk Tomme, ja flere engelske Fabrikanter gjøre endog Grændserne snevrere, idet de sætte dem til 0,30 danske Tommer som Minimum og 0,42 som Maximum, fordi de mene, at man ikke kan faa en Kjedel af en Fjerdedel Tommes Plader fuldkommen tæt, og af en halv Tommes Plader godt nittet.

Men er saaledes Jernets Tykkelse begrændset, saa er igjen den Dampspænding, hvormed man kan lade en Kjedel af given Diameter arbejde, afhængig deraf, og Spørgsmaalet bliver da, hvorledes man kan sikre sig mod den Fare, der vilde være en Følge af et større Damptryk end det, Kjedlen kan taale.

Man anvender i den Hensigt de saakaldte Sikkerhedsventiler, der aabne sig, inden Damptrykket naar Maximumstrykket, og give Dampoverskuddet Udgang. Blandt de forskjellige Konstruktioner, man har givet saadanne Ventiler, nævne vi følgende.

En Ventil med direkte Belastning er afbildet i Figur 45. A er selve Ventilproppen, som slutter nøje til det paa Kjedlen anbragte Ventilkammer B; paa Ventilproppens Hoved er indskruet en firkantet Stang, nedad hvilken de cirkelformede Paalægsvægte GG kunne skydes; de hvile paa en umiddelbart paa Ventilens Hoved anbragt Plade. CC er det Rør, som leder Dampen bort — paa Dampskibene den lille Spildedampskorsten, der sidder langs Hovedskorstenen; det er under C forsynet med et lille Rør, som tjener til at bortlede det i D og C ved Fortætnig frembragte Vand. DD er en Kasse, som er utilgjængelig for Fyrbøderen; i den ere Paalægsvægtene anbragte. Ventilstangen gaar gjennem en Stoppebøsse paa

Kassens Laag og griber ved en Øsken om den korte Arm af Vægtstangen E, ved hvis Hjælp

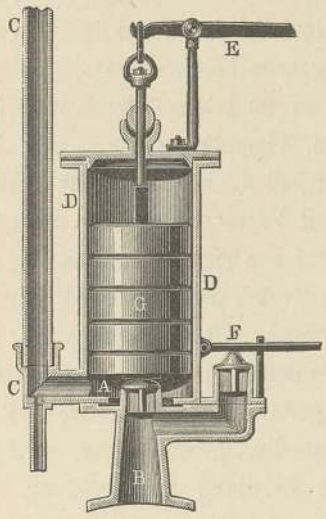


Fig. 45. Sikkerhedsventil.

Ventilen kan løftes, naar Dampen skal slippes ud. Ofte er der for større Sikkerheds Skyld ved Siden af Ventilen A anbragt en anden F af den Art, som senere skal omtales.

Det er let at regne sig til Størrelsen af den Vægt, som skal lægges paa, naar man kjender Ventilens Gjennemsnitsflade og det Damptryk, ved hvilket den skal aabne sig. Er Proppens Gjennemsnit f. Ex. 3 Tommer, saa er dens Overflade 7,069 Kvadrattommer; skal nu Maximumstrykket være 4 Atmosphærer eller $4 \times 14{,}14 = 56{,}56$ Pd. paa Kvadrattommen, saa skal hele Trykket paa Ventilens underste Flade være $56{,}56 \times 7{,}069 = 399{,}82$ Pd. Men ovenpaa Ventilen hviler Lufttrykket med 14,14 Pd.'s Tryk paa hver Kvadrattomme, eller i det hele med $14{,}14 \times 7{,}069 = 99{,}95$ Pd.s Tryk, som skal trækkes fra de 399,82 Pd.; der bliver da 299,87 Pd. tilbage, som skal skaffes tilveje af Paalægsvægtene og Ventilens og Ventilstangens egen Vægt. Veje de to sidste tilsammen 16,27 Pd., saa bliver der altsaa tilbage 283,60 Pd., som Paalægsvægtene skulle veje.

I Stedet for at anvende en direkte Belastning, hvilket er uhensigtsmæssigt ved betydelige Dampspændinger, da Paalægsvægten i saa Tilfælde maa være meget stor, kan man, som fra Papins Arbejder bekjendt, benytte sig af en enarmet Vægtstang, i hvis yderste Ende Paalægsvægten ophænges. En efter dette Princip indrettet Sikkerhedsventil sees i Figur 46, hvor A er Ventilproppen, der er anbragt i den øverste Ende af et fra Kjedlen kommende Rør. Den holdes nede af Vægtstangen CB, hvis Hvilepunkt er i C, og som i D trykker paa Proppen;

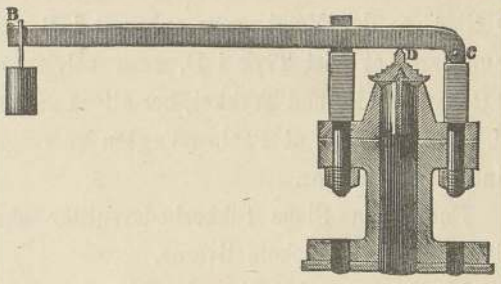


Fig. 46. Sikkerhedsventil.

i Stangens andet Endepunkt hænger Vægten B, hvis Størrelse maa afpasses saaledes, at det hele i D ovenfra nedad virkende Tryk er lige saa stort som det paa Ventilen nedenfra opad virkende Maximumstryk. I Fig. 47 er Proppen afbildet for sig; den er, som man ser, forsynet med tre fremspringende Anlægsstykker — kaldet Vingerne —, som styre dens Gang op og ned, og den bærer foroven en Plade A (Fig. 46), hvis nederste Side i Randen er afslebet svag konisk, forat den kan passe nøjagtig i Rørets ligeledes konisk udskaarne Endestykke.

Fig. 47.

Ifølge Lovene for den enarmerede Vægtstangs Virken er det heller ikke her vanskeligt at regne sig til Paalægsvægtens Størrelse. Antage vi at Ventilens Tværsnit ligesom før er 7,069 Kvadrattommer, at Damptrykket heller ikke her maa overskride 4 Atmosphærer eller 399,82 Pd., saa bliver der efter Fradrag af Luftens Tryk, 99,95 Pd., atter 299,87 Pd. tilbage, eller naar Ventilens egen Vægt, som vi

ville ansætte til 4 Pd., yderligere trækkes fra, 295,87 Pd., som Vægtstangen og Paalægsvægten skal skaffe tilveje. Er nu Vægtstangens egen Vægt 7 Pd., dens Tyngdepunkts Afstand fra Hvilepunktet C 9 Tommer, og Afstanden CD 2 Tommer, saa udøver Vægtstangen alene et Tryk af $7 \times \frac{9}{2} = 31{,}5$ Pd., som subtraherede fra de 295,87 Pd. giver 264,37 Pd., eller det Tryk, som Vægten B skal udøve i D. Er da BC endelig 20 Tommer lang, saa er Forholdet mellem de to Arme BC og DC som 10 til 1, ɔ: den Vægt, som ophængt i B skal frembringe et vist Tryk i D, maa selv være 10 Gange mindre end Trykket, her altsaa 26,437 Pd. Man ser da, at Paalægsvægten er meget mindre her end før.

Endnu en Slags Sikkerhedsventiler skal blive omtalt ved Lokomotiverne.

Hvad angaar den Størrelse, Ventilens Aabning, skal have, da fordrer Loven af 12te April 1851, at den, maalt paa det snevreste Sted, ikke maa være under $\frac{1}{2000}$ af Kjedlens Ildpaavirkningsflade; der paabydes, at enhver Kjedel skal have enten en eller to Sikkerhedsventiler, i sidste Tilfælde gjælder Maalet deres samlede Størrelse. Kjedler med flade eller hule Sider eller Bund, skulle desuden være forsynede med en Luftventil, det vil sige en Ventil, som aabner sig indad i Kjedlen, og som skal tjene til at give den udvendige Luft Adgang til Kjedlen, naar denne afkjøler sig, og Dampen altsaa fortætter sig i den. I saa Tilfælde vilde nemlig Trykket udenfra kunne blive saameget større end Trykket indvendig fra, at Kjedlen vilde trykkes sammen, naar en Luftventil ikke gav Luften Adgang og udjevnede Trykforskjellen. Den er i de fleste Tilfælde indrettet ganske som den sidst omtalte Sikkerhedsventil, kun at den aabnes indad; den holdes lukket ved en Vægt, saa at den først aabner sig, naar Forskjellen mellem Trykket udenfra og indenfra har naaet en Størrelse svarende til denne Vægt.

En Art Sikkerhedsapparater, der hvile paa et ganske andet Princip end de omtalte, er de saakaldte Sikkerhedspropper, som i sin Tid vare lovbefalede i Frankrig, men nu ganske vist ere gaaede helt af Brug. De vare forfærdigede af en letsmeltelig Metalblanding — f. Ex. Tin, Vismuth og Bly — og indsatte i et Hul i Kjedlen, som de holdt lukket, saalænge indtil Varmegraden steg saa højt, at de smeltede. I saa Tilfælde aabnede de for Dampen, hvis Tryk var steget med Varmegraden, og forebyggede altsaa Sprængning; men de medførte mange Ulemper, som Maskinfolkene idelig klagede over. De blive f. Ex. bløde, inden de smelte, hvoraf følger, at deres Modstandsevne betydelig forringes, og derfor gav de ofte efter for Damptrykket, selv naar dette ikke havde naaet Grændsen. Eller de bleve som Følge af Kjedelstenen, der sætter sig paa dem, mindre paalidelige, idet Kjedelstenskorpen forhindrede Varmens Gjennemgang til Proppen, saa at denne ikke smeltede, naar den burde gjøre det. Den værste Ulempe var dog den, at Aabningen ikke kunde lukkes igjen, førend en ny Plade var sat ind; Maskinen maatte først standses og Ilden slukkes, før at Dampdannelsen kunde høre op; og naar saa endelig den nye Plade var indsat, kunde man først sætte Dampen op igjen. Men at være uden Damp i længere Tid kan i mange Tilfælde være ikke blot ubelejligt, men ligefrem farligt, f. Ex. for Dampskibe, der ere nær ved Grunde.

Trykmaalere (Manometre). Medens Sikkerhedsventilerne først angive Dampens Tryk i det Øjeblik, dette er saa stort, at det kan aabne Ventilen, har man indrettet sig andre Apparater, der i hvert Øjeblik angive Trykkets Størrelse, hvilket er af stor Betydning, siden man derefter kan rette Paafyringen og kontrollere Maskinens Gang.

En saadan Trykmaaler viser Figur 48. Den bestaar af et langt i begge Ender aabent Glasrør cd, som sættes ned i en Kvægsølv-

beholder b, der er saaledes anbragt i en lille Kasse, at Dampen, som kommer ind gjennem a, kan trykke paa Kvægsølvet. Naar nu Damptrykket er lig Atmosphærens Tryk, vil Kvægsølvet i Beholderen og i Røret være i Ligevægt og staa lige højt i og udenfor Røret. Men bliver Damptrykket større, driver det Kvægsølvet op i Røret, 29 Tommer, hvis dets Størrelse er 2 Atmosphærer, 58 Tommer, hvis det er 3 Atmosphærer, kort sagt 29 Tommer for hver Atmosphære, det trykker mere end Luftens Tryk.

Fig. 48.

Det følger heraf, at Røret maatte være særdeles højt, hvis Apparatet skulde benyttes ved Højtryksmaskiner; det vilde være vanskeligt at følge Kvægsølvets Bevægelse, umuligt ofte at skaffe Plads til det. Det anvendes derfor kun ved Lavtryksmaskiner, og forsynes endda med en Viserindretning, som meget letter Tilsynet. Over en let bevægelig Tridse, anbragt paa det samme Brædt, som bærer Apparatet, lægges nemlig en Snor, som i sin ene Ende bærer en Svømmer, der følger Kvægsølvets Bevægelse op og ned i Røret; i den anden Ende hænger en Modvægt e, som naturligvis stiger, naar Kvægsølvet synker og omvendt. Denne Vægts Bevægelser langs en paa Brædtet afsat Skala kan Fyrbøderen let følge; han aflæser Trykket i Atmosphærer og Brøkdele deraf.

En Trykmaaler til Højtryksmaskiner er afbildet i Figur 49. I den er Glasrøret lukket foroven og fyldt med Luft; dets nederste Ende er stukken ned i Beholderen AB, der er fyldt med Kvægsølv; Dampen kan ved Hanens Aabning strømme ind og udøve Tryk paa Kvægsølvet, som da stiger i Røret og sammentrykker Luften i dets øverste Ende. Naar Damptrykket naar en Størrelse af 2 Atmosphærer, er Luften underkastet samme Tryk; den trykkes da sammen til et Rumfang, der netop er halv saa stort, som dets oprindelige; et Punkt paa Skalaen ligeud for Rørets Midtpunkt kan altsaa være mærket med Tallet 2. Bliver Damptrykket 3 Atmosphærer, sammentrykkes Luftens Rumfang til en Trediedel af det oprindelige, ved 4 Atmosphærers Tryk til en Fjerdedel o. s. v., saa at Punkter paa Skalaen, der ligge ligeud for de Punkter paa Røret, der svare til en Trediedel, en Fjerdedel o. s. v. af dets Længde regnet ovenfra, kunne mærkes henholdsvis 3, 4 ... Atmosphærer. — Skal Inddelingen være meget nøjagtig, maa man tillige tage Hensyn til Vægten af Kvægsølvet i Røret, som Dampen ogsaa maa bære. Da nu en Kvægsølvhøjde paa 1 Tomme omtrent svarer til et halvt Punds Tryk pr. Kvadrattomme, saa maa man erindre, at Dampens Tryk pr. Kvadrattomme bliver 1 Pd. større end det, Kvægsølvhøjden angiver, hver Gang Kvægsølvet stiger 2 Tommer.

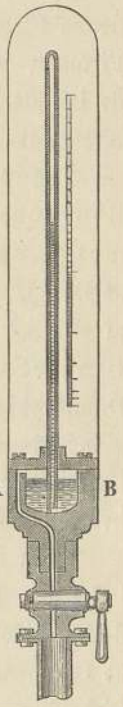


Fig. 49.

Ved Loven af 12te April 1851 bestemtes, at enhver det Offenliges Tilsyn underkastet Dampkjedel skal være forsynet med en Kvægsølvstrykmaaler, hvis Glasrør holder mindst $\frac{1}{4}$ Tomme i Diameter, indvendig Maal. Denne skal igjen være forsynet med et særeget tydeligt Mærke, der viser Kvægsølvets Stilling ved det Tryk, Kjedlen er bestemt til at arbejde med, og endelig med Mærker, der angive Trykket i Pd. paa Kvadrattommen. Imidlertid er en saadan Trykmaaler i mange Tilfælde uhensigtsmæssig, dels fordi den fordrer en større Plads, end man ofte har til sin Raadighed, dels fordi den ikke godt kan anvendes ved

Maskiner, der ere udsatte for stadige Rystelser. Man har da fundet paa Apparater, hvis Virken er ganske uafhængig af Vædsker, som optage ringe Plads, og som derfor fortrinlig egner sig for Dampskibe og Lokomotiver. Lovgivningen hjemlede deres Brug ved Bekjendtgjørelsen af 5te Novbr. 1855, som tillod, at Apparater af denne Slags, konstruerede af nærmere angivne Firmaer, maatte anvendes ved enhver Kjedel; de har derfor i særdeles mange Tilfælde afløst Kvægsølvstrykmaalerne.

Det paalideligste af dem synes at være Bourdons i Fig. 50 afbildede Metalmanometer. Det hviler paa den Kjendsgjerning, at Damp, som ledes ind i en hul Kobberspiral af elliptisk Gjennemsnit og med tynde Vægge, vil rette Spiralen mer eller mindre ud, eftersom Damptrykket er større eller mindre. Anbringer man altsaa i Spiralens Endepunkt en Viser, som peger paa en inddelt Bue, saa vil den i hvert Øjeblik angive Damptrykkets Størrelse.

Naar Dampen nemlig gjennem A træder ind i den hule Spiral CBB, vil Trykket mod dettes Sidevægge blæse Røret noget ud, saa at Gjennemsnittets Form nærmer sig mere til Cirkelformen. Derved formindskes Krumningen, Spiralen retter sig mere og mere ud, eftersom Damptrykket voxer, dens Endepunkt C trækker Stangen CD med sig, og denne Stang flytter endelig Viseren DEF, som drejer sig om E. Inddelingen paa Buen kan angive Pd. pr. Kvadrattomme eller Atmosphærer og Brøkdele deraf. Da Kobberspiralen idelig krummes og igjen rettes ud, kan Kobberet undergaa molekulære Forandringer, som kunne have Indflydelse paa Angivelsernes Korrekthed; man maa derfor fra Tid til anden forvisse sig om, at det er i god Stand.

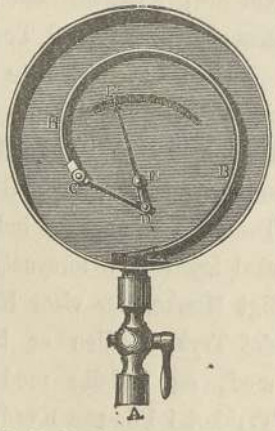


Fig. 50. Bourdons Metalmanometer.

Damprummet. Det er med Hensyn til det Rum i Kjedlen, — Damprummet eller Dampkammeret — der ligger over Vandfladen og alene er bestemt til at indeholde den Damp, der afgives til Cylinderen, ingenlunde ligegyldigt, hvilken Størrelse det har, hvad man let vil kunne indse. Sagen er nemlig den, at der aldrig finder en ensformig Dampdannelse Sted, men at den tvertimod er afvexlende stærk og svag, selv om den Varme, Ilden giver Kjedlen, er fuldkommen ensformig. Naar nemlig nogen Damp, som Følge af Stemplets Bevægelse løber over i Cylinderen, vil Trykket af den i Kjedlen tilbageværende Damp formindskes, eller med andre Ord, Vandet i Kjedlen vil blive underkastet et mindre Tryk end før. Da nu Kogepunktet afhænger af Trykket, vil Vandet, som er varmet op til en Temperatur, der svarer til det oprindelige Tryk, som Følge af dettes Formindskelse pludselig komme i Kog, og en livlig Dampdannelse finde Sted, desto livligere naturligvis, jo mindre Damprummet er i Forhold til Cylinderen. Naar Damptilstrømningen til Cylinderen derimod standses, vil Kogningen som Følge af det paany indtrædende større Tryk, høre op, og dermed den livlige Dampproduktion. Nu er en saadan Uensformighed i Dampdannelsen altid uheldig, i visse Tilfælde, som siden skal omtales, endog overmaade farlig; det gjælder da om, saavidt mulig at skaffe Ensformighed tilveje. Man kunde opnaa dette ved at lade Damprummet være meget stort i Forhold til Cylinderen, men dette vilde igjen medføre, at Kjedlen var meget stor, hvilket gjør den dyrere; det gjælder da altsaa, at faa den Grændse fastsat, hvortil man passende kan gaa. En Mangfoldighed af Iagttagttagelser foreligge nu over dette Punkt, og det har vist sig, at det mindste, man maa gaa til, er 13 Kubikfod Damprum for hver Hests Kraft, Maskinen skal arbejde med.

Men selv om denne Fordring er tilfredsstillet, er det ikke sjelden, at en anden Ulempe indtræder, den nemlig at Vandet „koger over". Idet nemlig Glideren ved hvert Stempelslag med regelmæssige Mellemrum spærrer og aabner for Dampens Indstrømning til Cylinderen, fremkaldes der en bølgeformig Bevægelse i Vandet i Kjedlen, hvad man let kan iagttage ved Betragtning af Vandfladen i Glasvandstandsrøret. Denne Bevægelse, der yderligere fremkaldes ved den ovenomtalte periodiske Kogning og Hvilen, kan af og til blive saa stærk, at en Del af Vandet forvandles til en Slags Skum eller Regn, som gaar med Dampen over i Cylinderen, og naar det her samler sig i saa stor Mængde, at det ikke kan undvige gjennem Dampgangene, tager Maskinen Skade. Vand lader sig nemlig kun i meget ringe Grad sammentrykke; naar derfor et større Vandlag har samlet sig f. Ex. ovenpaa Stemplet, og dette gaar op i den øverste Stilling, saa bliver Virkningen ganske den samme, som om man havde lagt en Jernplade ind mellem Cylinderlaaget og Stemplet; et stærk Slag mod Laaget er Følgen, et Slag, som kan ødelægge Cylinderen og slynge Laaget bort med stor Kraft.

Det er imidlertid ikke alene paa Grund af en af denne Aarsag fremkaldt bølgeformig Bevægelse, at Vandet koger over; andre Omstændigheder kunne ogsaa have Indflydelse. Det er saaledes ikke sjelden, at Kjedlen koger over, naar den ikke har været renset i længere Tid, eller naar Vandet selv er snavset, især slimet. I saa Tilfælde kommer det i stærk Bevægelse, det koger over ved hvert Stempelslag, fører Urenlighederne ind i Cylinderen og ødelægger derved Pakningerne, gjør Glider og Stempel utætte og forøger Gnidningsmodstanden, hvilket har et Kraftspild tilfølge.

Det er øjensynligt, at man for saavidt mulig at undgaa Overkogning af første Aarsag maa anbringe Damprøret paa et saadant Sted, at Skummet vanskelig slaar med over; man bør derfor altid lade dette Rør udgaa fra Kjedlens øverste Flade og ikke fra dens Endeflade. For at undgaa Overkogning paa Grund af Urenligheder maa man naturligvis allerhelst rense Kjedlen hyppigt; hvor dette imidlertid ikke lader sig gjøre, maa man bruge saameget Vand som mulig, idet den daglige Ophobning af Snavs naturligvis har mindre at sige paa en stor Vandmængde end paa en lille. Men der er man igjen begrændset, thi forøges Vandmængden, saa formindskes Damprummet, og man kan altsaa ikke gaa udover en vis Mængde. Iagttagelser have vist, at ogsaa her 13 Kubikfod pr. Hests Kraft vil være passende, saa at endelig en Kjedels Rumfang for hver Hests Kraft kan ansættes til 26 Kubikfod.

Det vil heraf være indlysende, at den Mening, mange have haft, at man endog ikke kunde have for lidt Vand i Kjedlen, ikke er korrekt. Ganske vist kan man med lidt Vand hurtig faa Dampen op, men Hovedsagen er jo da ikke at faa den op men at holde den vedlige. Ikke desto mindre har dog som sagt en saadan Paastand været gjort, og mange Forsøg ere anstillede for at bevise dens Rigtighed. Man gik frem saaledes, at man stedse holdt den rette Vandstand men dog formindskede Vandmængden, idet man lagde Sten, Jern eller hvad andet, man fandt for godt, ind i Vandrummet, ja man fyldte i enkelte Tilfælde endog en saa stor Mængde af den Slags Ting paa, at Vandet kun stod som et smalt Belte mellem dem og Kjedlen. De paafyldte Gjenstande — helst ildfaste Mursten med en Hulhed paa den ene Side — lagdes som Figurerne 51 og 52 vise, ind paa et Lad af Jernstænger, der laa paatværs af Stiveboltene og ikke altfor nær ved Kjedlens Bund og Sider. Man kom derved til det Resultat, at der sparedes i Kul i desto større Grad, jo mindre Vandmængden var, — fra 5 til 10 Procent — og naturligvis blev Methoden strax benyttet i mange Fabrikker, saasnart dette var godtgjort. Men en Mislighed

har dog Anvendelsen af saadanne Sten, idet de holde længe paa Varmen; de kunde, selv efterat Ilden var slukket, holde Dampen oppe hele

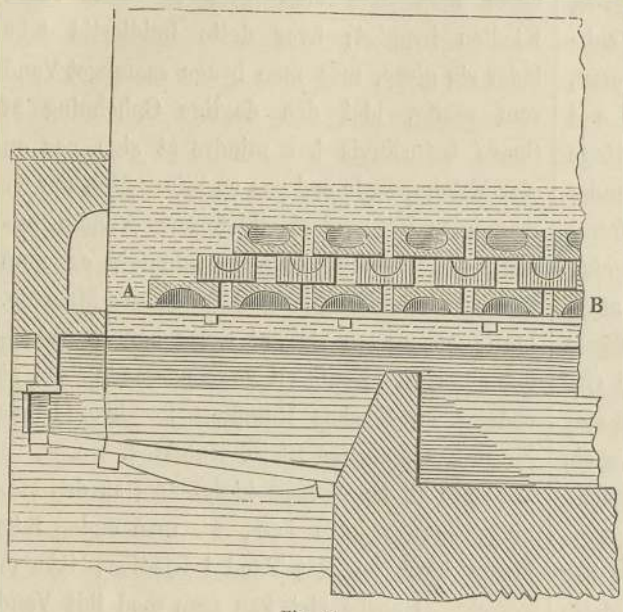


Fig. 51.

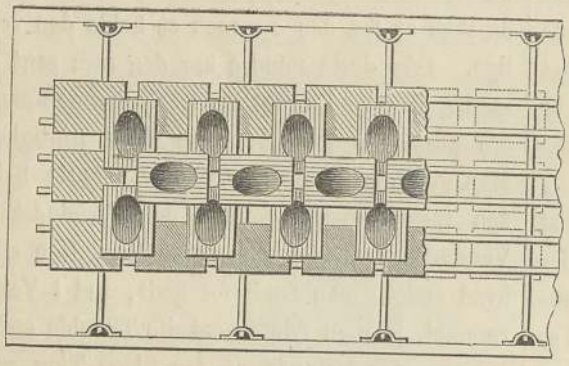


Fig. 52.

Natten, og en stor Mængde Damp maatte da udlades, forat Spændingen ikke skulde blive ved at holde sig; derved sank Vandfladen, og man maatte saa fylde paa igjen, naar Maskinen atter skulde i Gang. En god Egenskab ved dem var derimod, at de forhindrede Bølgebevægelserne, og at de, medens Dampen var oppe, regulerede Dampdannelsen, idet de fordelte Varmen ligeligt.

Med Hensyn til Dampkjedelsprængninger og de Aarsager, der ligge til Grund for dem, skulle vi nu begynde med at bemærke, at de ved ellers velholdte Kjedler indtræde i et af to Tilfælde, enten naar Dampens Spænding gradvis forøges, og den ikke kan slippe ud af Kjedlen, fordi Ventilerne ere stoppede, eller naar disse vel ere i Orden, men en pludselig stærk Dampproduktion, fremkaldt af en eller anden Grund, enten udvikler saamegen Damp, at Ventilerne ikke hurtig nok kunne give den Udgang, eller paa anden Maade virker skadelig.

At der under første Forudsætning nødvendigvis maa indtræde en Explosion, naar Dampspændingen overskrider Kjedlens Styrkegrændse, er indlysende og behøver ingen videre Omtale; men det er ganske vist de allerfærreste Kjedelsprængninger, der hidrøre derfra, thi selv om Ventilerne af en eller anden Grund lade være at aabne sig, saa viser Kvægsølvets uafbrudte Stigen i Trykmaaleren, at der er noget galt paafærde, og da enhver Kjedel skal kunne taale et Tryk, der er dobbelt saa stort, som det, den er bestemt til at arbejde med, saa vil der, inden denne Grændse naaes, som oftest være Tid nok til at træffe Foranstaltninger mod Faren.

Det andet Tilfælde — en pludselig stærk Udvikling af Damp — er derimod langt hyppigere, og kan skyldes adskillige Omstændigheder, hvis Indtræden man paa enhver Maade maa søge at hindre.

Man bør saaledes aldrig aabne Damphanen hurtig, naar Kjedlen staar fyldt med Højtryksdamp; thi idet der pludselig strømmer en større Mænde Damp bort til Cylinderen, og Trykket i Kjedlen derved ligesaa pludselig formindskes, vil en heftig Kogning strax indtræde; Vandet bruser stærkt op, slaar igjen, idet den

nye Damp danner sig, med stor Kraft mod Kjedlen, og dette Slag kan hidføre Sprængningen. Det er nemlig en Kjendsgjerning, at saadanne Kar, som ere udsatte for store Tryk, ofte kunne taale disse, saalænge de holdes i Ro, men strax sprænges ved den mindste Rystelse.

Man bør ligeledes nøje vaage over, at Vandstanden er som den bør være; de allerfleste Explosioner hidrøre fra Efterladenhed i den Henseende. Sagen er nemlig den, at naar Vandstanden synker saameget, at Ildkanalen eller Kjedlens Sider, som paavirkes af Flammen, blive rødglødende, saa bliver Jernet „forbrændt", som man kalder det, hvilket ikke vil sige at Ilden brænder Huller i det, men at det forandrer sin Natur, saa at det fra godt, sejgt Smedejern bliver blødt og aftager i Styrke til omtrent $\frac{1}{6}$ af den, det ellers har. I saa Tilfælde kan en stærk Dampspænding trykke Blærer i det, og kommer saa dertil, at Vand lades ind i Kjedlen, saa vil den i de allerfleste Tilfælde sprænges med rasende Heftighed.

Vi skulle noget udførligere dvæle herved, forat man ret kan se Sammenhængen. Vand koger som bekjendt ved en Varmegrad af 100 ° C., naar det er underkastet Atmosphærens Tryk. Varmen, som meddeles Kogekarret af Ilden, afgives af dette til Vandet, som er i Berøring dermed, og Opvarmningen foregaar som Følge af denne Varmens Overgang fra Kar til Vædske. Men er Karret, inden Vandet heldes paa, meget stærk opvarmet, da vil Vandet ikke komme i Berøring med det, — der er ikke længer nogen Vedhængning mellem dem, — og da vil en saadan umiddelbar Overgang af Varme ikke finde Sted. Man kan let faa dette at se; man behøver blot at varme en eller anden Plade op til Rødglødhede, og helde et Par Draaber Vand paa. De brede sig da ikke som ellers ud over Pladen, men de beholde deres Draabeform, hoppe og danse omkring paa Pladen, baarne af et Damplag, som udvikles paa Draabens Underflade som Følge af den Varme, der udstraaler fra Pladen. At denne Dampudvikling maa være desto livligere, jo stærkere Pladen er opvarmet, er let at indse.

Med Hensyn til Draabens Varmegrad kan man allerede deraf, at den ikke koger, slutte, at den maa være lavere end Kogepunktet. Det kan ogsaa direkte eftervises, thi et lille Thermometer, der stikkes ned i den, angiver stedse en lavere Temperatur, hvis Størrelse forøvrigt ikke altid er den samme, idet den er afhængig af Pladens Varme, — højere, naar Pladen er hvidglødende, end naar den er rødglødende, men dog som sagt altid under Kogepunktet, hvad man vel kan forstaa, naar man erindrer, at der til Dampdannelsen forbruges Varme eller frembringes en Afkjøling, som er desto større, jo livligere Dampproduktionen er, og som i dette Tilfælde er stor nok til stadig at trykke Temperaturen ned under 100 ° C. Lader man nu Pladen afkjøle sig, vil der komme et Øjeblik, hvor Draaben faar Vedhængning til den; den modtager fra det Øjeblik ikke længer Varme alene ved Straalning, men Pladen afgiver umiddelbart sin betydelige Varme til den, og derved dannes der pludselig en saa stor Mængde Damp, at Draaben exploderer. Den Varme, hvortil Pladen skal afkjøles, forat dette kan ske, angives til 140 ° C.

Resultatet er da altsaa det, at naar Vand heldes paa en gloende Plade, kommer det ikke i Kog; det holder sig i Draabeform, adskilt fra Pladen ved et Damplag; men naar Pladen afkjøles til 140 ° C., sker Berøringen med den, og da exploderer Draaben med stor Voldsomhed. Og som det gaar Vand, gaar det alle andre Vædsker, hvilket især er af ejendommelig slaaende Interesse for de Vædskers Vedkommende, der som f. Ex. Svovlsyrling koge ved Temperaturer under 0 °. Det er dog ejendommeligt, at Svovlsyrling, der koger ved ÷ 10 ° C., i en gloende Skaal holder sig endnu koldere, saa at man altsaa ved at helde Vand

paa det, kan faa at se Is danne sig midt i den gloende Skaal; men saaledes er det, og det kan endog lykkes at faa Kvægsølv til at fryse, naar man helder det paa Kulsyre, som i fast Tilstand er lagt i en hvidglødende Skaal.

Man vil nu forstaa, hvorledes det gaar i Dampkjedlerne; naar paa Grund af Forsyningsapparaternes Standsning eller uregelmæssige Virken Vandstanden stadig synker, vil naturligvis en Del af Ildpaavirkningsfladen komme til at ligge over Vandets Niveau og vil da let opvarmes til Rødglødhede. Forsynes da Kjedlen med Vand, vil dette ikke strax komme i Kog men holde sig i Draabeform, skilt fra den gloende Flade ved et Damplag, som forebygger Berøringen. Men naar en tilstrækkelig Afkjøling er sket, indtræder Berøringen, en uhyre Mængde Damp udvikles i samme Øjeblik, og Kjedlen sprænges med stor Voldsomhed — saameget mere som dens Styrke paa de Steder, der ere gloende, som alt anført er betydelig mindre end ellers.

Har Kjedlen i længere Tid ikke været renset, da sidder der indvendig paa den en Skorpe af Kjedelsten, det vil sige, alle de mange i Vandet opløste Stoffer udskille sig under Kogningen og afsætte sig paa Kjedelpladerne. Hvoraf Kjedelstenen bestaar er altsaa afhængig af, hvilke Stoffer der findes i Vandet; hos os er det i de allerfleste Tilfælde Gibs og kulsur Kalk. Men lige meget hvad det er, en saadan Skorpes Tilstedeværelse er altid uheldig; den vanskeliggjør Vandets Opvarmning, og nøder altsaa til en stærkere Ophedning af Kjedelpladerne, hvilket igjen ikke alene forøger Brændselsudgifterne, men medtager Kjedlen stærkt. Og ikke nok dermed; under Opvarmningen udvider Jernpladen og Skorpen sig ulige meget, et Stykke af denne springer derfor let af, og idet da Vandet derved faar Adgang til det stærkt opvarmede Jern, er samme Fare som før forhaanden.

Man maa for at undgaa dette rense Kjedlen temmelig hyppig, en Mand maa ind i den og skrabe eller rettere hamre Skorpen løs, og det ofte med Brug af Mejsel, hvilket Kjedlen ingenlunde har godt af. Han gaar ind gjennem det saakaldte Mandehul, et tilstrækkelig stort Hul, som efter Rensningen lukkes med en Kjedelplade, der holdes fast ved Bolte og tættes med Kit.

Man har paa forskjellig Maade søgt at hindre en saadan Skorpes Dannelse, idet man har blandet Stumper af Jernblik, Glas eller lignende i Vandet, forat de ved den Bevægelse, de fik under Kogningen, kunde hindre Afsætningen; den største Del af Stenen synker nemlig da tilbunds og danner sammen med alt det andet et Lag Dynd, der kan skylles ud. Men det undgaaes alligevel ikke, at en Skorpe afsætter sig, selv om det lykkes at trække det Tidspunkt ud, da Kjedlen behøver at renses, og Kjedlen lider ved den evindelige Skraben af de haarde Stumper. Man har derfor søgt at forhindre Stenen fra at sætte sig altfor fast og har i den Hensigt iblandet Kartoffelskrællinger eller andre melholdige Substanser, hvorved Skorpen ogsaa ganske vist bliver lettere at fjerne; men saa medføre de til Gjengjæld den Ulempe, at de gjøre Vandet slimet og derved befordre Overkogning.

Naar Vandet synker saavidt, at dets Niveau kommer under Ildpaavirkningsfladens Grændse, vil endnu en anden Omstændighed saare let kunne fremkalde en Explosion. Det er det, at Dampen, der nu opvarmes direkte, bliver overhedet, det vil sige, dens Varmegrad voxer, uden at Vandet samtidig varmes op til samme Temperatur; de enkelte Vanddele, den har revet med sig, gaa over i Dampform, den bliver altsaa saa at sige tørrere end almindelig Vanddamp. Dette kan overmaade let ske, og det ikke blot under anførte Forudsætning, men f. Ex. ogsaa naar Sidemurene paavirkes meget stærkt af Heden og afgive denne igjen til den Del af Kjedlen, der ikke er fyldt med Vand.

Er der da nu af en eller anden Grund overhedet Damp tilstede, saa vil Damptrykket være voxet op til den Størrelse, det har, i omtrent den halve Tid af den, man ellers maa fyre for at faa samme Spænding. Som oftest vil Ingen tage Notits heraf, saalænge Sikkerhedsventilen ikke løftes, hvilket tidt ikke er Tilfældet, og da løber det hele igjen ofte af uden farlige Følger eller endog blot Formodning om Fare. Men en frygtsom Fyrbøder vil i Reglen søge at skaffe noget af Dampen bort for at formindske Trykket; han vil aabne Ventilen, og Følgen deraf vil i de allerfleste Tilfælde blive en Explosion. Thi idet Ventilen aabnes, vil Trykket paa Vandet formindskes, en heftig Kogning vil være Følgen, ny Damp dannes, og idet da denne, som river Vand med sig, blander sig med den overhedede Damp, vil der tilføres denne sidste en betydelig Fugtighed, som den paa Grund af sin høje Varmegrad kan bringe i Dampform og det under et Tryk, som svarer til det, almindelig Vanddamp har ved samme Temperatur. Vil man da blot antage, at den overhedede Damps Varmegrad var stegen til 200 ° C., saa vil Damptrykket, saasnart Kogningen paa anførte Maade har fremkaldt en ny Dampproduktion, pludselig stige til 16 Atmosphærer eller over 200 Pd. paa Kvadrattommen, hvilket vil sprænge de allerfleste Kjedler.

Men selv om nu Vandstanden er i Orden og Kjedlen i sig selv stærk og god, er det dog ikke sjelden, at Sprængninger indtræde, og det ofte naar Maskinen er i Ro eller lige skal til at arbejde, og hyppigere igjen ved faststaaende Maskiner end ved bevægelige. I mange Tilfælde bemærkede man lige før Explosionen en Formindskelse i Trykket, og Sprængningen foregik, efterat Maskinen var stoppet og Kjedlen endog havde begyndt at afkjøle sig. Alt dette tyder med stor Sandsynlighed paa, at Aarsagen i disse Tilfælde har ligget i den Ejendommelighed, at Kogningen kan tøve med at indtræde.

Medens nemlig som bekjendt Reglen er den, at en Vædske koger ved den Temperatur, ved hvilken dens Dampes Spændkraft er lig det Tryk, der hviler paa den, saa kan der i visse Tilfælde være meget betydelige Undtagelser fra denne Regel. Det er saaledes almindelig bekjendt, at Vand og andre Vædsker, der bringes i Kog i Glaskar, først koge ved en Temperatur, der er højere end det almindelige Kogepunkt, 5—6 Grader, naar Karret først har været vasket i Svovlsyre og siden er skyllet godt ud. Er Vandet udkogt og indesluttet i lufttomme Beholdere, begynder Kogningen først endnu langt senere, som Donny har vist, da han opvarmede en Vandhammer til 135 ° C. uden at faa Kogning.

Den Ejendommelighed, som her interesserer os, skyldes derimod ikke Karret, men det, at Vandet selv flere Gange har været bragt i Kog. Opvarmer man nemlig Vand til Kog 3, 4, 5 ... Gange efter hinanden, og formindsker man under Afkjølingen det Tryk, der hviler paa det, saa vil Kogningen hver Gang indtræffe senere, f. Ex. efter tredie Ophedning og paafølgende Afkjøling først ved en Temperatur, som er 20—30 Grader højere end det almindelige Kogepunkt. Under denne abnorme Tilstand viser sig intet paafaldende ydre Tegn; Vandet er fuldkommen rogligt og stille, der udvikles ingen Damp eller sees paa anden Maade Bevægelse. Men ryster man Karret om end nok saa lidt, eller leder man en ringe Mængde Luft ned i Vandet, begynder det pludselig at fordampe, og det under heftig Opbrusning og stærke Stød, som minde om en Explosion. Sagen er da altsaa den, at de enkelte Vandpartikler under denne Tilstand ligesom have en Bestræbelse efter at forandre deres indbyrdes Plads, en Bestræbelse, som dog er hæmmet, indtil en eller anden udenfra kommende mekanisk Paavirkning løser Baandene, hvorefter Bevægelsen pludselig indtræder gjennem hele Vædskemassen.

Har nu Vandet i Kjedlen gjentagne Gange været ophedet og afkjølet, saa kommer det let i denne Tilstand. Damprummet, som er udsat for Luften, afkjøles, Trykket formindskes, og det er det, man ser paa Trykmaaleren; men Vandet selv, som ellers koger op ved en Trykformindskelse, holder sig roligt, indtil en eller anden Rystelse bringer det i Kog; Dampdannelsen sker da med stor Voldsomhed, og Kjedlen springer.

Man kan imidlertid let hindre alt dette fra at indtræde, idet man blot behøver at holde Vandet i Bevægelse, medens det afkjøler sig, hvilket simpelthen kan ske ved at lade Luft stryge igjennem Kjedelvandet.

Er Kjedlen daarlig holdt, faar f. Ex. Vandet Lov at staa i den, saa Pladerne ruste op — og man har haft Exempler paa, at de tilsidst kun havde Papirstykkelse — saa springer den naturligvis en skjønne Dag. Eller bliver Jernet „forbrændt“ — og det kan ske selv ved rigtig Vandstand, — saa vil en Explosion meget let blive Følgen. Faar nemlig Maskinen af en eller anden Grund ikke tilstrækkelig Tilførsel af Damp, saa vil Fyrbøderen for at hjælpe herpaa kaste Kul paa Ildstedet flere Gange itræk. Derved tiltager ganske vist Dampproduktionen, men dog ikke udover en vis Grændse, som naaes, naar den sættes ligesaa meget tilbage paa Grund af den kolde Lufts Indstrømmen, hvergang Døren til Fyrstedet aabnes, som de indkastede Kul igjen drive den op. Er det Tilfældet, saa vælger Fyrbøderen den Udvej at kaste meget store Mængder Kul paa, saa at Fyringen overdrives, og saa vil den uforholdsmæssig store Hede fremkalde en saa voldsom Kogning paa de Steder, der ere mest udsatte for Heden, at Vandet drives bort fra dem, og Jernet kommer til at ligge blot. Har det da varet i nogen Tid, begynder Jernet at forbrændes, Bunden trykkes ned, og Faren for Sprængning er tilstede.

Hvad egenlige Mangler i Kjedlens Konstruktion angaar, da kunne de naturligvis hidrøre fra de allerforskjelligste Aarsager, ligefra daarlige Materialer, daarlig Sammennitning af Pladerne o. s. v. til uhensigtsmæssig Form. En Skrøbelighed, som ofte er Skyld i Explosioner, er den, at Hullerne til Nitnaglerne ere daarlig slaaede, saa at Pladen har faaet en Revne ud fra Hullet; denne Revne voxer lidt efter lidt og giver tilsidst Anledning til Brud. Overhovedet, enhver Læk bør strax udbedres, selv om den er nok saa ubetydelig; Jernet angribes paa det Sted, hvor den findes, og Faren er altid stor.

At krumme Overflader kunne taale større Tryk end flade, er alt omtalt, ligesom det er paapeget, at Kjedler med flade Sider bør afstives. Hvad der i den Retning gjælder for Kjedlerne, er ogsaa Regel for Ildkanalerne, de bør være cylindriske og ikke flade; ganske i Almindelighed bør enhver Form, der ikke giver den størst mulige Styrke, ikke anvendes, selv om den maaske kunde medføre Fordele i Retning af Rummelighed, bekvemmere Opstilling, eller hvad andet, man kunde lægge Vægt paa.

Vi hidsætte nu nogle Figurer for yderligere at oplyse et Par Explosioner, der nærmere skulle omtales. Figur 53 viser saaledes en Cornishkjedel, der sprang i et Støberi i Lancashire med overordenlig Kraft. Masser paa 20 til 40 Centners Vægt slyngedes bort, og alt, hvad der indenfor en Længde af omtrent 200 Fod laa lige ud for Kanalen, fejedes tilside med rasende Voldsomhed. Det Murværk, der laa bagved Risten, kastedes ud til den dobbelte Afstand, og den Larm, der ledsagede Explosionen, lignede et Tordenskrald, hvilket var en Følge af, at Dampen trykkedes ud i én Retning igjennem den indvendige Kanal.

Kjedlen selv blev liggende i sit Leje, som det ofte gaar med de Kjedler, der explodere paa Grund af Ildkanalens Sammenfalden, hvad her var Tilfældet. Sagen var nemlig, at Ka-

nalen ikke var cylindrisk, men havde Gjennemsnit som en Oval; man havde givet den denne Form, fordi Vandets Højde da kunde blive større med samme Ildpaavirkningsflade og samme Damprum. Men man var derved kommen fra Asken i Ilden; man havde sørget for at fjerne Faren ved for lav Vandstand, men havde ikke taget sig iagt for at svække Kanalens Styrke.

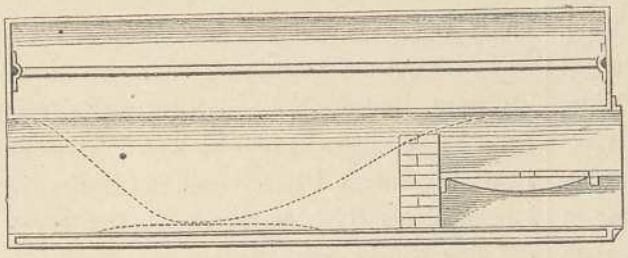


Fig. 53.

Nu trykkedes den sammen som de punkterede Linier vise, og der kunde ikke være nogen anden Grund til Explosionen, end netop denne uheldige Form, thi Kjedlen var ganske ny og i alle andre Henseender fuldkommen upaaklagelig. Sprængningen skete den første Morgen Kjedlen arbejdede, 1 Minut efterat Maskinen — en ny Højtryksmaskine paa 8 Hestes Kraft — var sat i Gang.

Den Kjedel, som Figurerne 54—57 vise saaledes, som den saa ud efter Explosionen, var derimod en Lavtrykskjedel, der, som man ser, havde en ganske forunderlig Form. Den havde lige over den bageste Del af Risten en Fold C (Figur 54), som bestandig indhylledes af Røgen af Flammen, der strøg op om den for at komme ind i Kanalen A (Fig. 54, som er et vertikalt Længdegjennemsnit, og Fig. 55, som er et horizontalt Længdegjennemsnit). Naar denne Fold holdtes ren, vilde den imidlertid ikke medføre Fare, thi den overhededes da ikke; idet den derimod tvang Flammen hen paa Fyrstedets bageste lodrette Væg, vilde denne stærkest paavirkes af Heden og let overhedes, og det var netop Tilfældet. Kjedlen var forøvrigt godt afstivet, hvad Figurerne vise, og den var, hvad Materialet angaar, aldeles upaaklagelig.

Den sprang om Morgenen, kort efterat Maskinen var sat i Gang, da den havde gjort omtrent en Snes Omdrejninger. Kanalen blev ved Explosionen aldeles sammentrykket, som de punkterede Linier vise; den reves fra Vinkeljernene, saaledes som man kan se af Figur 56, der er et Tværsnit ved B (Fig. 54) og Fig. 57, der er et Tværsnit ved A (Fig. 55). Selve Kjedlen løftedes op med sin Forende og væltede bag over, saa at den kom til at ligge med Bunden opad. Dette hidrørte fra, at Vandet og Dampen slog Risten ned i Askehullet, da de styrtede ud af Kanalens forreste Del, og derved lettede Kjedlens Forende.

Som man da ser, vare Virkningerne af denne Sprængning ikke smaa, endskjøndt der

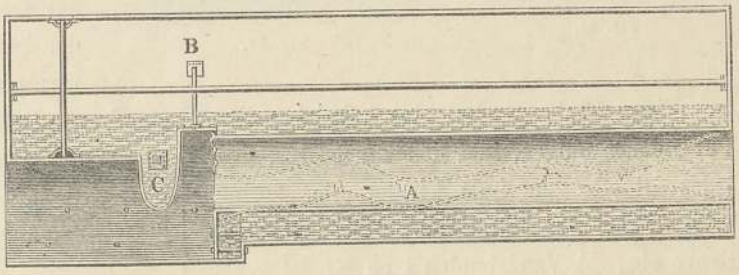


Fig. 54.

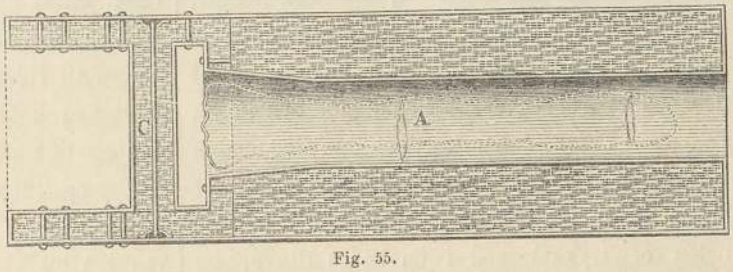


Fig. 55.

arbejdedes med Lavtryk, og man maa overhovedet ikke tro, at de forfærdelige Ødelæggelser, der ledsage en Explosion, absolut hidrøre

fra en meget stor Spænding i Kjedlen. Dette behøver ingenlunde at være Tilfældet; en Lavtrykskjedels Explosion kan være ledsaget af lige saa overordenlige mekaniske Virkninger som en Højtrykskjedels. Sagen er jo nemlig den, at i det Øjeblik, Explosionen — Kjedelpladernes Bristning — foregaar, kommer en meget betydelig Mængde Vand, hvis Temperatur er adskilligt over 100° C., ud af Kjedlen; det forvandles da øjeblikkelig til Damp, og det Vand, der bliver i Kjedlen, men nu er underkastet et mindre Tryk, koger pludselig op og udvikler ligeledes en stor Mængde Damp. Det er Virkningerne af disse overordenlige Dampmængder, der saaledes pludselig danne sig, man faar at se, og man kan gjerne sige, at Ødelæggelsen først kommer efter Kjedlens Sprængning.

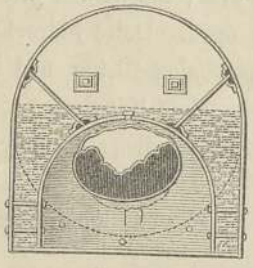


Fig. 56.

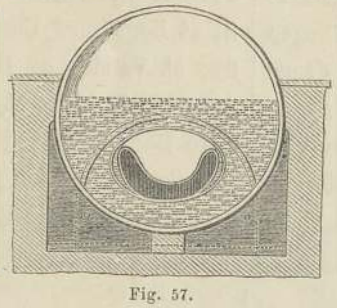


Fig. 57.

Figur 57 kan endnu give Anledning til et Par Bemærkninger, idet den kan oplyse, hvorledes det ofte gaar i de Kjedler, der springe, fordi de har for lidt Vand. Vil man nemlig tænke sig, at Vandstanden i en Kjedel synker under Ildkanalens Overflade, da kan denne, fordi den bliver gloende og derved som tidligere omtalt mindre stærk, trykkes sammen, saa at den paa et eller andet Sted antager den Form, Kanalen i Figur 57 har, medens den dog endnu slutter til ved Kjedlens Endeflader. Der er altsaa endnu intet Brud paa Kjedlen, men Kanalen er trykket ned i en Slags Blære, og dennes Rande er komne lavere end den Vandstand, Kjedlen i Øjeblikket har. Følgen bliver da, at Vandet styrter ind over denne Blære og fylder den ud, eller med andre Ord, der fremkommer ganske den samme Situation, som ved Draaben paa den gloende Plade; Vandet rører ikke strax ved Pladen, men saasnart denne afkjøles tilstrækkelig, sker Berøringen, dermed den øjeblikkelige og stærke Dampudvikling, og dermed igjen Sprængningen.

Vil man nu spørge, hvad der skal gjøres, naar man paa en eller anden Maade kommer under Vejr med, at der er Fare paa Færde, da retter det sig naturligvis efter det enkelte Tilfældes Beskaffenhed. Altfor stor Frygtagtighed paa den ene Side og overilet Raskhed i at ville afværge Ulykken paa den anden, har i mangfoldige Tilfælde fremkaldt Explosioner, der dog ganske vist kunde have været forebyggede.

Har man set, at Vandet er sunket for dybt i Kjedlen, og har man Formodning om, at dens Kanal eller Vægge allerede ere gloende, da maa man paa ingen Maade sætte Pumperne eller Maskinen i Gang eller aabne Sikkerhedsventilen; man vilde da formindske Trykket og og derved bevirke Opkogning, der kunde kaste Vandet op paa de overvarmede Steder og derved udvikle en overdreven Dampmængde. Ikke heller maa man begynde paa at tage Ilden ud af Fyrstedet; man vil nemlig derved kun fremkalde en Opblussen, som endnu mere forøger Varmen.

Bedst er det at lade Kjedlen staa ganske rolig, indtil man har faaet alle fjernede fra den; med en lang Stang maa man da langsom aabne Døren til Ildstedet og Spjældet paa Skorstenen, forat den kolde Luft kan strømme ind under den og lidt efter lidt afkjøle de overvarmede Steder og tillige saa meget som mulig forhindre en yderligere Dampdannelse. Er Sikkerhedsventilen lukket, og man kan komme til yderst forsigtig og langsom at aabne den eller en eller anden Hane, saa skal man gjøre det for derved at formindske Dampspændingen. Men man

maa ikke aabne dem altfor hurtig efterat Ildstedsdøren er bleven aabnet, fordi Nedsvalingen da endnu ikke er synderlig stor. Kan man da saaledes bringe det til, at Trykmaaleren i Løbet af et Kvarters Tid angiver en Formindskelse i Dampspænding, saa først maa man meget varsom tage Ilden ud.

For at forhindre de Ulykker, Dampkjedelsprængninger føre med sig, er der fra det Offenliges Side i de forskjellige Lande truffet forskjellige Foranstaltninger vedrørende dels Kjedlens Styrke dels Antallet og Størrelsen af Sikkerhedsventilerne.

For Danmarks Vedkommende er det alt omtalt, at enhver Kjedel over en vis Størrelse skal staa under Statens Tilsyn; den skal være forsynet med en eller to Sikkerhedsventiler af lovbestemt Størrelse, have tre Prøvehaner paa bestemte Steder, en Trykmaaler af nærmere bestemt Art og være forsynet med tydelig anbragt Vandstandsmærke. Den samme Lov af 12te April 1851, som byder dette, bestemmer tillige, at den, inden den indmures eller lægges i sit Leje, skal underkastes en Styrkeprøve, som skal vise, at den taaler et Tryk, der er dobbelt saa stort som det, hvorefter Belastningen af Sikkerhedsventilen bestemmes. Den skal til den Ende fyldes aldeles med Vand, og efterat alle Aabninger, der ikke skulle benyttes under Prøven, ere tillukkede, skal der indpumpes Vand i den saalænge, indtil Ventilen, som underkastes et dobbelt saa stort Tryk som det, den normalt skal have, løftes og Vand strømmer ud fra den største Del af dens Omkreds. Kan Kjedlen uden at faa nogen betydelig Læk udholde denne Prøve, da ansees den for tilbørlig stærk. Da en større Reparation fordrer, at Kjedlen maa tages ud af sit Leje, fremgaar det af Loven, at den samme Prøve bliver at at foretage efter enhver betydeligere Reparation.

I Frankrig var det oprindelig bestemt, at Vandtryksprøven skulde vise en Styrke af det femdobbelte af den fremtidige Spænding. Ved Lov af 1843 nedsattes dette til det tredobbelte; der bestemtes tillige, at enhver Kjedel skulde have to papinske Sikkerhedsventiler, af hvilke den ene skulde holdes under Laas og Lukke, saa at Fyrbøderen ikke kunde komme til den. I 1865 nedsattes endelig Styrken til det dobbelte af den fremtidige Dampspænding, dog saaledes, at den ikke maatte overstige 12 Atmosphærer.

I de forenede Stater har man i dette som i alle andre Tilfælde holdt stærkt paa den personlige Frihed og ment, at Staten ikke burde blande sig i Dampdriften ved at lægge Baand paa Ejernes Frihed til at benytte enhver Kjedel, de fandt for godt. Resultatet var vel, at enhver hæmmende Indflydelse blev fjernet, men paa den anden Side var der da heller ingen Beskyttelse for Liv og Ejendom. Det viste sig derfor efterhaanden, at en ubunden Frihed var overmaade farlig, og lidt efter lidt begyndte de enkelte Stater at sætte forskjellige Bestemmelser om de herhen hørende Forhold i Kraft. I New York skulle saaledes alle Fabrikskjedler staa under Politiets Tilsyn og af og til underkastes en Prøve; i Louisiana skal enhver Fabrikskjedels Styrke prøves ved et Tryk, der er tre Gange saa stort som det, hvorunder den siden skal arbejde, — og for Dampskibskjedler vedtog Kongressen i 1838, at de alle uden Undtagelse skulle staa under Statens Tilsyn.

I England har Staten paataget sig at holde Tilsyn baade med Dampskibs- og Lokomotivkjedler. Enhver Kjedel i et Passagerdampskib skal være forsynet med en for Fyrbøderen utilgjængelig Sikkerhedsventil, og Overbelastning af denne straffes med Bøder af indtil 100 Pund Sterling foruden Betalingen af de Omkostninger, en saadan Overbelastning ellers maatte medføre. Regjeringen holder i sin Tjeneste en Inspektør, som har det Hverv at prøve enhver saadan Kjedel ved et Tryk, der er dobbelt saa stort som Normaltrykket, og han kan

stille Rhederen Valg mellem enten at kassere Kjedlen eller arbejde med en lavere Spænding, hvis Størrelse han angiver; men han maa da paa den anden Side være ansvarlig for enhver Explosion, der er en Følge af Slid. For Lokomotivkjedlernes Vedkommende er Bestemmelsen anderledes; Regjeringen lader nemlig enhver sprængt Kjedel undersøge og modtager Beretning om Sprængningen; denne Beretning trykkes og omsendes til Jernbaneselskaberne samt fremlægges i Parlamentet. For alle andre Dampkjedler er Friheden fuldstændig; de kunne opstilles og bruges uden nogensomhelst Indblanding eller Tilsyn.

Naar nu saadanne Tilsyn foretages, kommer man under Vejr med ganske forunderlige Ting, som baade vise en høj Grad af Ringeagt for Loven og stor Letsindighed ligeoverfor andres Liv og Ejendom. Det er saaledes i England gjentagne Gange bleven paavist, at Sprængningerne skete netop som Følge af Sikkerhedsventilens Overbelastning. Det er saa nemt at lægge en eller anden tung Gjenstand, en Hammer, en Sten, eller hvad det nu kan være, paa Ventilen, og saa arbejder Maskinen med større Kraft, indhenter hvad der ved Slendrian er forsømt, eller haler ind paa Rivalen, hvor der er Væddeløb mellem et Par Dampbaade. I et Tilfælde saa man saaledes et Stobejerns Knærør hængt paa, i et andet var Ventilen endog afstivet mod Loftet ved en Stang, i andre igjen holdt fast ved Kile og Skrue, ikke at tale om, at man har set Tilfælde, hvor Trykmaaleren var ganske afspærret fra Kjedlen, hvad naturligvis ikke var bedre, end om der slet ingen havde været, hvilket man ogsaa traf. Ja et enkelt Tilfælde omtales fra 1866, hvor Kjedlen hverken havde Trykmaaler, Vandstandsmaaler eller Fødepumpe, hvor Sikkerhedsventilen var overbelastet, og hvor Mandehullet var slet konstrueret, — og alt dette i et af Byens tæt befolkede Kvarterer.

Hvor en saadan Letsindighed kan findes, er det klart, at en Mængde Ulykker maa indtræffe, og at Faren for dem maa være stor. Men værre bliver det endnu, naar Hensynsløshed i andre Retninger gjør sig gjældende, naar Kjedelpladerne faa Lov at ruste op — og det er alt anført, at man har set Exempler paa, at de paa et enkelt Sted vare saa tynde som Papir, — naar Kjedlerne konstrueres slet o. s. v., naar overhovedet Hensynet til Sikkerhed træder tilbage for Hensynet til Besparelse eller andet ligesaa forkasteligt Motiv, saa kan der nok være Anledning for Privatmand til at blande sig i Sagen og efter Evne virke for en bedre Tilstand. Det har ogsaa været Følgen; man har i England efter Forslag af Fabrikanten Fairbairn i Manchester i 1854 oprettet en Forening til Forebyggelse af Dampkjedelexplosioner, som søger at forebygge Ulykkerne ved et hyppigt og skarpt Tilsyn med Medlemmernes Kjedler, og som tillige paa den Maade arbejder i Medlemmernes Interesse, at den assurerer den Skade, Sprængningerne volde, og lader anstille Undersøgelser over Besparelser ved Dampdriften. Af saadanne Foreninger ere siden flere blevne til baade i England og Amerika og i den senere Tid ogsaa i Tyskland. At de virke til Gavn og fortjene Udbredelse er utvivlsomt og fremgaar blandt andet tydelig deraf, at den Kommission, som i 1870 traadte sammen i London efter Underhusets Anordning med det Hverv at undersøge Aarsagerne til Dampkjedelexplosionerne, har udtalt som sin Overbevisning, at den af Foreningerne foranstaltede periodiske Revision har vist sig fuldkommen hensigtssvarende, og at der vilde være sat en Stopper for Explosionerne, naar enhver Ejer af Dampkjedler vilde gaa ind paa en saadan Revision. Der anbefaledes derfor at stille under Overvejelse, paa hvilken Maade saadanne Revisioner bedst lade sig foretage, saa at de paa den ene Side give fuld Sikkerhed mod Sprængning, paa den anden ikke besvære Ejeren altfor meget eller hæmmer hans Anvendelse af Dampkraft, —

eller med andre Ord, der foresloges at suspendere Bestemmelsen om den uindskrænkede Frihed i Brugen af Fabrikskjedler, fordi den er utilborlig. Det er konstateret, at i den sidste halve Snes Aar 75 Personer gjennemsnitlig hvert Aar miste Livet ved Explosioner, og at lige saa mange faa mer eller mindre betydelige Læsioner, saa at det ved Sammenligning med Oplysningerne om Ulykker paa Jernbanerne fremgaar, at for hver Rejsende paa Jernbanen, der omkommer paa Grund af Omstændigheder, paa hvilke han ingen Indflydelse havde, miste tre Livet som Følge af Dampkjedelexplosioner.

Hvad nu angaar selve Explosionerne, navnlig Aarsagerne til dem, da giver følgende Tabel, der skyldes Midland Steam Boiler Inspection and Assurance-Company, Oplysninger om herhenhørende engelske Forhold for Tidsrummet 1800—1870:

	1800 til 1809.	1810 til 1819.	1820 til 1829.	1830 til 1839.	1840 til 1849.	1850 til 1859.	1860 til 1869.	1870 til 30 Juni	Ialt.
A. Aarsag.									
1. Uvis	»	11	8	23	40	100	76	1	259
2. Mangelfuld Konstruktion	1	»	3	6	20	41	125	4	200
3. Mangler, opstaaede under Brugen	»	»	»	2	5	24	136	13	180
4. Daarlig Pasning	1	1	2	10	39	81	142	13	289
5. Ydre Omstændigheder — Kjedlen uvedkommende	»	»	»	1	»	2	4	1	8
Ialt...	2	12	13	42	104	248	483	32	936
B. Personer.									
1. Dræbte	3	52	28	77	209	486	710	50	1615
2. Tilskadekomne	5	36	21	118	338	588	926	65	2097
Ialt...	8	88	49	195	547	1074	1636	115	3712

Vil man i denne Tabel ikke tage Hensyn til andre end de Tilfælde, for hvilke man bestemt kan paavise Explosionens Aarsag, altsaa de 677, da falder, som man ser, 289 Sprængninger ɔ: 42,69 pCt. paa Rubriken: Daarlig Pasning, der igjen omfatter Overbelastning, Skjødesløshed i Tilsynet med Ventilerne, Vandmangel, Sten og slimet Vand, — saa at man faar et godt Indtryk af, hvormeget alt dette har at sige, eller hvad der er det samme, hvor urimelig stor Letsindighed og Uvidenhed, der findes hos de Folk, som gaa over Kjedlerne, og hvis Hverv det er at passe disse, — et Vink igjen om, hvor vigtigt det er til et saadant Arbejde kun at vælge virkelig paalidelige og kyndige Mænd.

OTTENDE KAPITEL.

ENKELTE MASKINDELE: DAMPRØR. — GLIDERE. CYLINDER. — STEMPEL. — FORTÆTTER.

For at komme fra Kjedlen ind i Maskinen maa Dampen passere Damprøret, der maa være saa kort som mulig, forat Varmetab kan undgaaes. Det maa af samme Grund omhyggelig ompakkes med Filt, som igjen syes ind i Sejldug eller Lærred, der desuden males. Forat saa lidt Kraft som mulig skal gaa tilspilde,

maa Røret være lige; skal det absolut have en Bøjning, maa denne være cirkulær. Det bør derhos ikke være for snevert, da den Arbejdskraft, Dampen forbruger for at tiltvinge sig Gjennemgang, i saa Tilfælde gaar tabt for Maskinen. Hvad Materialet angaar, hvoraf det skal forfærdiges, da er Kobber bedst tjenlig; Jernrør ere af den Grund uanvendelige, at de afsætte Rust, som siden gaar over i Gliderkassen og Cylinderen og ødelægger Glideren, Stemplet og Pakningerne. Benyttes et lige Rør, maa man sørge for, at det uden Skade for Tætheden kan udvide sig saa meget i Retning af Længden, som den anvendte Varme medfører; ved bøjede Rør er Hensynet hertil overflødig.

Paa Damprøret er anbragt en egen Ventil, Afspærringsventilen, som ved at aabnes og lukkes giver Dampen Adgang til eller afspærrer den fra Cylinderen. En saadan Ventil er afbildet i Figur 58; dens Indretning forstaaes af Figuren.

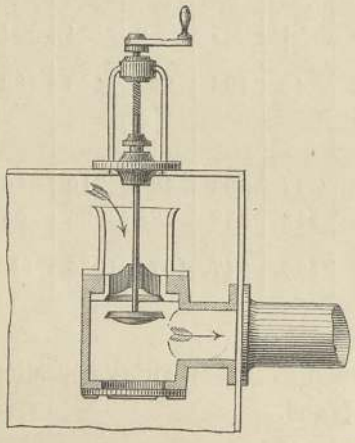


Fig. 58.

Er Maskinen bestemt til at arbejde med Expansion, og iværksættes denne ikke ved Hjælp af særegne Glidere — som nedenfor omtales — da bærer Damprøret endnu imellem Afspærringsventilen og Gliderkassen en særegen Expansionsventil, som ved hvert Stempelslag spærrer for Dampen paa et vist bestemt Punkt af Stemplets Vandring. En saadan Expansionsventil er afbildet i Figur 59; Dampen kommer ind fra Kjedlen ved a, fylder Rummet b og gaar derfra gjennem c ind i Cylinderen, hver Gang de to Ventilpropper, som sidde fast paa denne Stang, aabnes. En saadan Ventil medfører den Fordel fremfor Expansionsglideren, at den tillader en pludselig Afspærring, medens disse virke gradvis og altsaa langsommere. Da den er forsynet med to Propper, vil Dampen trykke paa begge og lige stærkt i modsatte Retninger; den bevæges derfor med stor Lethed, hvilket ikke vilde være Tilfældet, hvis der kun var en Prop.

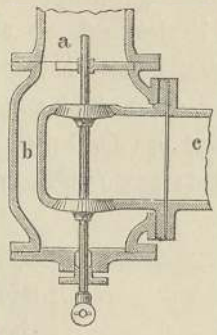


Fig. 59.

Hvorledes den sættes i Bevægelse, kan sees af Figur 60—61. Ventilstangen er nemlig forbunden med en Vægtstang c, der kan dreje sig om Axlen d, saaledes at hvis Vægtstangens ene Endepunkt — det venstre i Figurerne — trykkes nedad, vil Ventilstangen, som er fæstet til Vægtstangens andet Endepunkt, skydes op og lukke Ventilen; hører Trykket op, vil derimod en Vægt eller Fjeder, der ikke findes angivet i Figuren, strax aabne Ventilen igjen. Det Tryk, der altsaa skal frembringe Bevægelsen, udgaar nu fra Maskinaxlen selv; denne, som drejer sig i den ved Pilen angivne Retning, bærer nemlig en Støbejernsklods, som paa diametralt modsatte Punkter er forsynet med afrundede Fremspring a — i Figurerne 7, — der ligge forskudte for hverandre, den ene ved Siden af den anden, saa at de danne ligesom et Stykke af en Vindeltrappe. Drejer Maskinaxlen sig nu rundt, saa møder et af disse Fremspring en Rulle, som er fæstet paa den Ende af Vægtstangen c, der vender hen mod Axlen. Vægtstangen stødes derved nedad og Ventilen lukkes, men saasnart Fremspringet

er gaaet forbi, aabner Vægten eller Fjederen den igjen, og holder den aabnet indtil næste

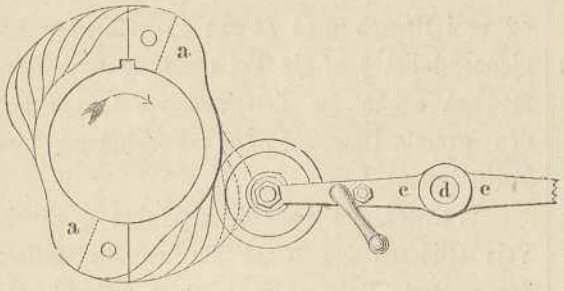


Fig. 60.

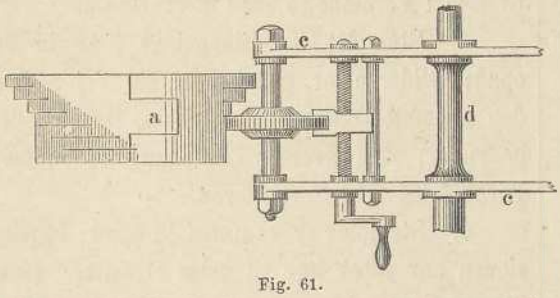


Fig. 61.

Fremspring efter en halv Omdrejnings Forløb atter lukker den. Da Rullen kan forskydes ved Drejning paa det i Figur 61 angivne Haandsving, vil man kunne stille den lige over for ethvert af de 7 Fremspring; man opnaar derved at kunne afspærre Dampen paa hvilket Punkt af Stemplets Vandring, man ønsker.

Glidere. — Det er, hvad Glidernes Bevægelse angaar, hidtil bleven forudsat, at de pludselig aabnede og lukkede for Dampen, og at de, naar Stemplet f. Ex. skulde gaa over fra opadgaaende til nedadgaaende Bevægelse, ikke indlod Dampen, inden Stemplet var kommen helt op; intet af dette er imidlertid Tilfældet. Det er nemlig for det første Spørgsmaals Vedkommende klart nok, at Glideren, naar den bevæges ved en Excentrik, ikke kan aabne for hele Dampgangen i et Øjeblik, men derimod lidt efter lidt; Dampen kan altsaa ikke strax komme til at virke med fuld Kraft, og navnlig kan den, naar Glideren først begynder at aabne i det Øjeblik, Stemplet naar Cylinderens Laag, ikke strax trykke ovenfra paa Stemplet med hele sin Kraft. Og omvendt, — naar Glideren først begynder at give den Damp, der har virket, Udgang i det Øjeblik, den nye Damp lades ind paa den anden Side af Stemplet, saa vil den forbrugte Damp heller ikke tilstrækkelig hurtig kunne slippe ud af Cylinderen, hvilket især ved Lavtryksmaskiner er af Vigtighed. Man maa derfor sørge for, at Dampen kan begynde at træde ind, noget før Stemplet naar Cylinderens Laag, og at paa den anden Side den forbrugte Damp kan begynde at strømme ud, inden Stemplet har gjennemløbet hele sin Vej. For at opnaa dette behøver man imidlertid kun at ændre Krumtappens og Excentrikens indbyrdes Stilling, der som hidtil antaget — man overveje blot Forholdene i Figur 20 og Figur 25 — har været saadan, at den Linie, der forbinder Maskinaxlens og Excentrikens Centrer, dannede en ret Vinkel med Krumtappen; forandrer man derimod denne Vinkels Størrelse, saa indsees det, at den tilsigtede Ændring kan opnaaes. Man siger da, at Glideren gaar foran, 10, 15, 20 ... Grader, eftersom Vinklen er 10, 15, 20 ... Grader større end en ret, eller $\frac{1}{15}$, $\frac{1}{20}$, ..., eftersom Glideren paa Dampens Afgangsside aabner saameget for Dampgangen, at Aabningens Størrelse er $\frac{1}{15}$, $\frac{1}{20}$, ... af den hele Vej, den selv har at gjennemløbe; samtidig gaar den ogsaa foran paa Tilgangssiden, men det er ikke nødvendigt, at den paa begge Sider gaar lige meget foran. Man kan nemlig ved paa Gliderskaalens Rande at anbringe lignende Anlægsstykker som MM (Figur 62) — de saakaldte Lapper — træffe en hvilkensomhelst Disposition i denne Henseende. Ved de bedre Maskiner gaar Glideren $\frac{1}{15}$—$\frac{1}{25}$ foran paa Afgangssiden, derimod ofte kun $\frac{1}{100}$ paa Tilgangssiden.

Skal Maskinen arbejde med Expansion, da kan denne, som alt omtalt, tilvejebringes ved særegne Glidere, Expansionsglidere, der

alle virke saaledes, at de i et givet Øjeblik afspærre for den i Cylinderen indladte Damp, som fra dette Øjeblik driver Stemplet videre alene ved sin Udvidekraft.

En af de simpleste af den Slags Glidere er den i Figur 62 afbildede, som skyldes Clapeyron og er meget bekvem i saadanne Tilfælde, hvor der forlanges stor Hastighed. Ligesom de almindelige Glidere, Fuldtryksgliderne, faar den sin Bevægelse fra en Excentrik, og den adskiller sig overhovedet kun deri fra Fuldtryksgliderne, at den er forsynet med Lapper. I Figur 62 betyde B og C de

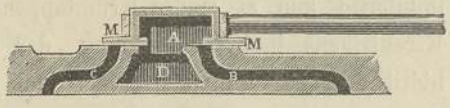


Fig. 62. Clapeyrons Expansionsglider.

to til Cylinderen førende Dampgange, D er en Aabning, gjennem hvilken den forbrugte Damp enten gaar til Fortætteren eller ud i den frie Luft; A er Glideren, der bærer de to Lapper MM. Derved opnaaes, at naar den ene af Dampgangene sættes ud af Forbindelse med Gliderkassen, vil den holdes spærret i nogen Tid, førend Forbindelsen med Afgangsrøret D tilvejebringes. Excentriken maa da stilles saaledes i Forhold til Krumtappen, at Dampgangen aabnes umiddelbart før Stempelslaget er fuldført. Dampen vil i saa Tilfælde strømme ind med fuldt Tryk under en Del af Stemplets næste Slag; men det vil ikke vare længe, inden Lappen lukker Dampgangen, saaledes at den Damp, der er indladt, bliver ganske afspærret; fra det Øjeblik vil Maskinen arbejde med Expansion.

For yderligere at oplyse Forholdene hidsættes Figur 63, der angiver Gliderens forskjellige Stillinger under Stemplets Opgang. Tallene foroven angive Stemplets Stilling i Brøkdele af dets hele Vandring, Tallene forneden referere sig til Glideren.

1. Stemplet staar ved Cylinderens Bund og er i Begreb med at gaa op; Glideren har gjennemløbet $\frac{3}{4}$ af sin Vej opad og er i Færd med at aabne for den nederste Dampgang; den øverste Dampgang er i Forbindelse med Fortætteren.

2. Stemplet har gjennemløbet $\frac{1}{4}$ af sin Vej; Glideren har naaet sin øverste Stilling, den nederste Dampgang er helt aaben, den øverste i Forbindelse med Fortætteren.

3. Stemplet har tilbagelagt $\frac{3}{4}$ af sin Vej opad; Glideren er gaaet $\frac{1}{4}$ af sin Vej nedad; den nederste Dampgang er lukket, Expansionen begynder; den øverste Dampgang er endnu i Forbindelse med Fortætteren.

4. Stemplet er kommen $\frac{15}{16}$ opad; Expansionen har varet lige til dette Øjeblik. Gaar Stemplet nu videre opad og Glideren videre nedad, saa begynder Dampen at strømme ud fra Rummet under Stemplet.

Som man ser er i sidste Stilling den øverste Dampgang lukket, altsaa en Del af den for-

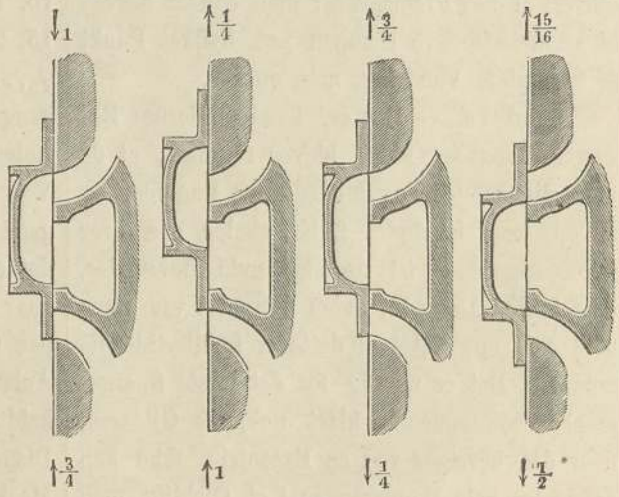


Fig. 63.

brugte Damp, som skulde gaa bort, endnu indespærret i Cylinderen. Men dette skader ikke synderlig; thi for det første varer denne Indespærring kun meget kort, og for det andet er

Spændingen af den indespærrede Damp, som hidtil har kunnet strømme frit ud, meget ringe. Værre er det, at Expansionen kun varer saalænge, som Stemplet behøver for at gaa $\frac{3}{16}$ af sin Vej ($\frac{15}{16} \div \frac{3}{4} = \frac{3}{16}$), og at den ikke kan komme til at virke under den hele sidste Fjerdedel ($1 \div \frac{3}{4} = \frac{1}{4}$) af Stempelslaget.

Forat Glideren kan virke paa den i Figur 63 angivne Maade, maa den gaa 30° foran.

Vil man benytte den sædvanlige Glider uden Lapper som Expansionsglider, da maa man træffe en saadan Foranstaltning, at den kan blive staaende en vis Tid paa visse Steder af sin Vej. Man kan da ikke længer lade den faa sin Bevægelse fra en almindelig Excentrik, men maa benytte en særegen Expansionsexcentrik. Hvorledes dette er at forstaa, kan sees af de næste Figurer.

A (Fig. 64—67) forestiller en almindelig Glider, og B er den overste, C den nederste Dampgang, D endelig Afløbsrøret til Fortætteren eller den frie Luft.

I Gliderens første Stilling (Fig. 64) træder Dampen med fuldt Tryk ind over Stemplet gjennem B; samtidig kan den forbrugte Damp gaa bort gjennem C og D. Stemplet trykkes altsaa nedad med en Kraft lig Overskuddet af Damptrykket paa dets overste Flade. Naar nu

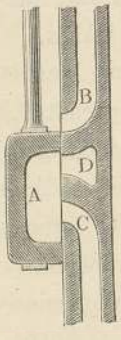


Fig. 64.

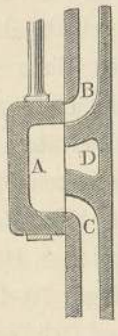


Fig. 65.

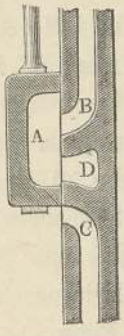


Fig. 66.

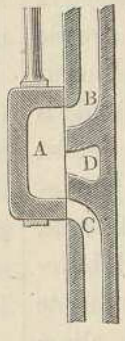


Fig. 67.

Glideren gaar opad og kommer til Stillingen Fig. 65, saa er Gliderkassen afspærret fra B, den friske Damp kan altsaa nu ikke strømme ind over Stemplet, som drives til Cylinderens Bund alene ved den indespærrede Damps Expansion, som nu begynder. Dampen under Stemplet kan derimod endnu stedse gaa bort gjennem C, A og D.

Hvis nu Glideren i det Øjeblik, Stemplet har fuldendt Slaget nedad, gaar op og indtager Stillingen Figur 66, saa kan den friske Damp strømme ind under Stemplet gjennem C, medens den forbrugte løber bort gjennem B, A og D. Stemplet drives altsaa opad med fuldt Tryk, og det fulde Damptryk virker paa det, saalænge indtil Glideren er gaaet ned til Stillingen Figur 67. I det Øjeblik lukkes C, og Dampen under Stemplet, som derved bliver indespærret, virker fra nu af alene ved Expansion, indtil Glideren atter faar Stillingen Figur 64.

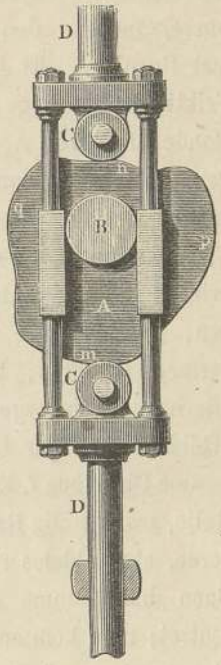


Fig. 68.

Som man ser, skal Glideren altsaa ikke bevæge sig jevnt, saaledes som naar den føres af en almindelig Excentrik; dens Bevægelse skal tvertimod foregaa stødvis, og det saaledes, at naar den har faaet en af de antydede Stillinger, saa skal den beholde den en vis Tid. Det er for at opnaa dette, man benytter den omtalte Expansionsexcentrik, hvis Indretning kan sees af Fig. 68.

Paa Maskinaxlen B er fæstet en Skive A, der løber rundt med Axlen, og hvis enkelte Punkter altsaa beskrive Cirkler om B som Midtpunkt. Skiven A er dannet saaledes, at dens Omkreds bestaar af fire Cirkelbuer m, q, n og p, der alle have Centrum fælles med B, men ere be-

skrevne med forskjellige Radier; disse Cirkelbuer ere igjen indbyrdes forbundne ved krumme Linier. To Stænger DD ere fæstede til de korte Sider af en Ramme, hvis Bevægelse op og ned altid foregaar i Retning af Stængernes Forbindelseslinie, idet den ene Stang er selve Gliderstangen, styret af Gliderkassens Stoppebøsse, medens den anden gaar igjennem en fast Bøsning. Et Par paa Rammen fæstede Friktionsruller ligge altid an mod de modsatte Rande af Skiven A, idet enhver Diameter af den — maalt gjennem Centrum af B — har samme Længde. Naar altsaa B løber rundt og Cirkelbuerne n, q, m, p derved efterhaanden bringes ind under den øverste Rulle i den Orden, hvori de ere nævnede, saa maa D, og dermed Glideren, under Axlens Omdrejning efterhaanden indtage de fire Stillinger, der ere afbildede i Figur 64—67. Saalænge en og samme Cirkelbue f. Ex. n, rører ved den øverste Rulle, maa nemlig Rammen, og altsaa ogsaa Glideren, staa aldeles stille, fordi ethvert Punkt i Buen har samme Afstand fra Omdrejningscentret; men kommer en anden Bue, hvis Radius er større, f. Ex. q, ind under den øverste Rulle, saa løftes D, og med den Glideren, næsten pludselig saameget, som Forskjellen mellem de to Radier til n og q beløber sig til. Da Glideren i den Tid, det fulde Damptryk varer (Fig. 64 og 66), enten har sin øverste eller nederste Stilling, saa svare de aabenbart til de Stillinger af Skiven, hvori henholdsvis m og n røre den øverste Rulle; klart er det ogsaa, at Tidspunktet for Expansionens Begyndelse er afhængigt af Buerne m og n's Længde. Jo længere de ere, desto længere Tid bliver nemlig Glideren i sin øverste eller nederste Stilling, i desto længere Tid strømmer altsaa Dampen ind med fuldt Tryk, og desto senere begynder Expansionen; man kan da altsaa ikke ændre dennes Varighed uden ved Hjælp af en ny Skive.

Dette lader sig derimod temmelig let gjøre ved Hjælp af den i Figur 69 afbildede Glider, som tillige kan stilles saaledes, at man efter Behag kan lade Maskinen arbejde med eller uden Expansion, eftersom der fordres større eller mindre Kraft. Sagen er nemlig den, at Gliderkassen rummer to Glidere, der hver især drives af sin Excentrik; den mindste af dem er Expansionsglideren, som spærrer af for Aabningerne i Hovedglideren, og derved fremkalder Expansionen. Den er ikke fæstet paa Maskinaxlen, saaledes som Hovedglideren, men kan drejes om den, idet den nemlig er forsynet med en Slids, som gaber om en paa Maskinaxlen fastsiddende Skruebolt, hvis Møttrik løsnes, naar den skal forskydes og igjen skrues fast, naar den har faaet den Stilling, man ønsker. Det bliver derved muligt at lade den gaa mer eller mindre foran for Hovedglideren, og derved igjen at arbejde med større eller mindre Expansion. Lader man de to Glidere følges ad, arbejder Maskinen naturligvis uden Expansion, idet Aabningerne i Hovedglideren da aldrig lukkes.

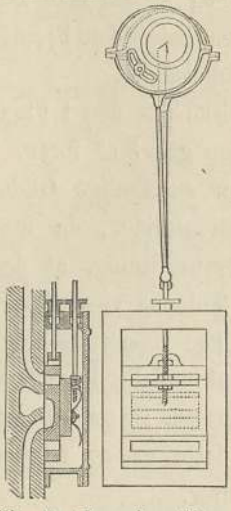


Fig. 69. Expansionsglider.

Vi anføre foruden disse endnu kun en Gliderkonstruktion, som er bleven anvendt ved Skibsmaskiner og har det store Fortrin fremfor de andre, at Maskinmesteren blot ved at dreje paa et Haandtag kan lade Maskinen arbejde med eller uden Expansion. Den er afbildet i Længdegjennemsnit i Figur 70, i Tværgjennemsnit i Figur 71. A er Cylinderen, D Gliderkassen, F Expansionsglideren, som er forsynet med en Aabning f, gjennem hvilken Dampen, som kommer ind gjennem Damprøret e (Fig. 71), kan gaa over i Hovedglideren, naar dennes Aabning f' er bragt hen under f. Hovedglideren

E har ligesom den i Figur 35 afbildede Høj- og Lavtryksglider en Gjennemboring ede' udenom

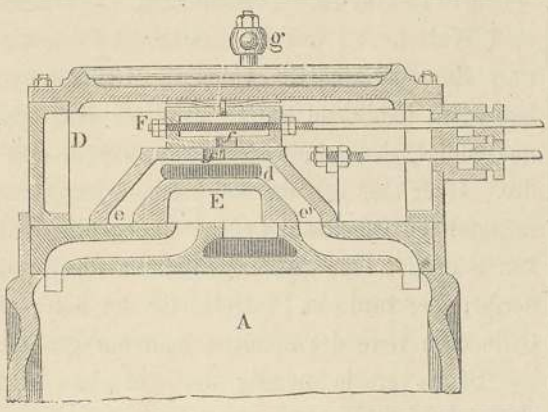


Fig. 70.

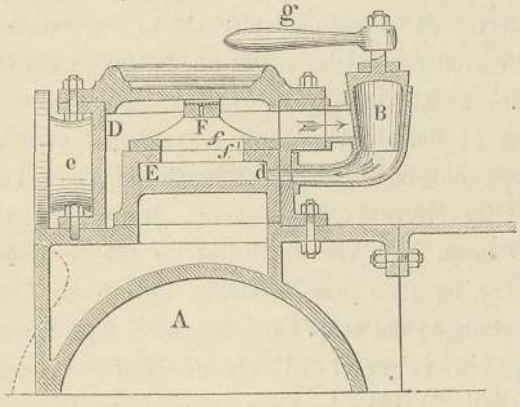


Fig. 71.

Afløbet E, og denne Gjennemboring staar igjen ved Aabningen d i Forbindelse med Hanen B. Er nu Hanen lukket, saa kan Dampen kun komme over i Cylinderen gjennem de to Aabninger f og f'; Maskinen arbejder med Expansion, og man indser, at Expansionsexcentrikens Stilling til Hovedexcentriken bestemmer Tidspunktet for Expansionens Indtræden. Men drejes Hanen om ved Hjælp af Haandtaget g, saa kan Dampen gaa ind i Hovedgliderens Gjennemboring ikke blot gjennem Aabningerne f, f', men ogsaa gjennem Hanen og d, og Maskinen arbejder da uden Expansion.

Hvor Expansionsglideren anvendes og ofte ogsaa ellers, lader man en Fjeder, som er fæstet paa selve Glideren, og glider mod Gliderkassens Laag, trykke Glideren eller Gliderne op mod Cylinderens afslebne Side, Cylinderspejlet. Man se f. Ex. Figur 33, 69, 70.

Cylinder; Stempel. — Det er en Selvfølge, at Cylinderens Udboring maa ske med saamegen Nøjagtighed som mulig, og man bør beregne Metaltykkelsen saaledes, at det er muligt at foretage i det mindste én Udboring til foruden den første, naar Slid gjør det fornødent. Der bør sørges for at Jernet, hvoraf den støbes, er haardt og sejgt, og dette opnaaes bedst ved ikke at benytte en enkelt Jernart men en Blanding af flere.

For at undgaa Varmetab bør man indpakke baade Cylinder og Gliderkasse i Stoffer, som lede Varmen slet, f. Ex. Haarfilt, der lægges paa i et Lag af et Par Tommers Tykkelse og igjen beklædes med Fyrretræsplader, som klemmes fast ved Hjælp af Jernbaand. Dette bør især iagttages ved Maskiner, der arbejde med Lavtryk, fordi et Varmetab der har mere at sige end ved Højtryksmaskiner.

For at undgaa den Fare, der som alt forhen omtalt kan komme af Vandansamling i Cylinderen paa Grund af Overkogning eller Fortætning, forsynes Cylinderen i Almindelighed med Ventiler baade i Laaget og i Bunden. De holdes lukkede ved Vægte eller Fjedre, der naturligvis maa kunne modstaa Damptrykket.

Hvad Stemplet angaar, da vil det erindres, at man i de første Maskiner benyttede sig af en Slags Pumpestempler, hvis Omkredse beklædtes med Hamp. Men en saadan Hampepakning bliver efterhaanden haard og uelastisk, maa derfor ofte fornyes, og saa har den tilmed den uheldige Egenskab, at den slider Cylinderen mere paa nogle Steder end paa andre. Man afskaffede dem derfor, da man lærte bedre at arbejde i Metal end hidtil, navnlig at udbore Cylindre med nogenlunde Nøjagtighed. Det er nemlig klart, at en cirkelrund Metalplade da i det mindste noget nær maatte kunne bringes

til at slutte an mod Cylinderfladen i hele dens Længde, og Tætheden vilde være fuldkommen, naar Metalpladen kunde give sig efter Cylinderen, udvide sig lidt paa et Sted, klemmes lidt sammen paa et andet. Det er det, som sker, og det derved, at Pakningen dannes af Metalringe, som presses ud mod Cylinderfladen enten ved Fjedre eller ved deres egen Fjederkraft. Ringene forfærdiges af Støbejern og gjøres fra først af noget større end Cylinderen; man skjærer derefter et Stykke af dem bort og bøjer dem sammen; deres egen Fjederkraft holder dem da stedse i nøje Berøring med Cylinderfladen. De lægges ind mellem to paa Stempelstangen fastgjorte Plader, og den ene lægges saaledes ovenpaa den anden, at de Steder, hvor de ere gjennemskaarne, ikke falde sammen.

Vil man kun anvende en Ring, da udføres Overskjæringen saaledes som Figur 72 viser; Stemplet, som sees i Figur 73, slutter paa

Fig. 72.

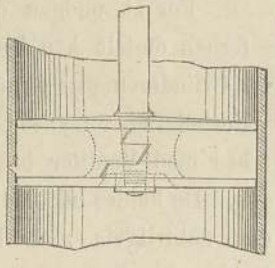


Fig. 73.

denne Maade fuldkommen damptæt til Cylinderen, og anbringer man en Plade bag Overskjæringen inde i Ringen, saa forhindrer man derved, at det hule Rum imellem Stemplets to Plader og Ringen fyldes med Damp.

Benytter man særegne Fjedre til at trykke Ringene ud mod Cylinderfladen, da skjærer man Ringene over paa flere Steder, saa at hver Ring egenlig kommer til at bestaa af flere Ringsektorer, der trykkes udad, hver af sin Fjeder; der benyttes i Reglen kun to Ringe, hvis enkelte Stykker igjen lægges saaledes, at Overskjæringerne i den ene Ring dækkes af Stykkerne i den anden.

Fortætteren. — Som man vil erindre stod Watt først i den Formening, at Fortætterens Rumfang maatte være lig Cylinderens; han fandt imidlertid snart, at dette ikke var nødvendigt, den kunde gjerne være meget mindre. Hvor stor den da skal være, afhænger af mangfoldige Omstændigheder, og egenlig talt kan man slet ikke give nogen almindelig Regel derfor; dog turde en Størrelse lig det halve af Cylinderen være det mindste, man bør gaa til.

Sagen er jo nemlig den, at man skal skaffe et saa fuldkommen tomt Rum tilveje som mulig, og det skal igjen opnaaes, for det første derved at Dampen udvider sig til Fortætteren, hvorved den mister noget af sin Spænding, for det andet derved, at koldt Vand indsprøjtes, og at dette igjen berøver Dampen Resten af Spændingen. Nu er det imidlertid klart nok, at jo større Fortætteren er, desto mere vil Dampen blot ved sin Udvidelse tabe i Spænding, og vilde man bestandig, inden selve Fortætningen ved koldt Vand begyndte, have Spændingen reduceret til samme Størrelse, saa maatte Fortætteren være større, naar Dampen havde en høj Varmegrad, end naar denne kun var ringe.

Naar nu det kolde Vand kommer ind og skal fortætte Dampen, vil Fortætningens større eller mindre Fuldkommenhed igjen afhænge af Vandets Varmegrad og Mængde, og af den Maade, hvorpaa det bringes i Berøring med Dampen. Jo varmere Dampen er, naar den gaar over i Fortætteren, desto mere Vand maa man aabenbart anvende, desto større maa altsaa Fortætteren være, og jo mindre koldt Indsprøjtningsvandet selv er, desto mere maa der altsaa ogsaa af denne Grund til.

Det er da som sagt saaledes, at en stor Mængde Omstændigheder faa Indflydelse, og at Forholdet imellem Rumfangene af Fortætter og Cylinder ikke bestemt lader sig fastslaa. Men

hvad man maa stræbe efter, det er at faa Fortætningen saa fuldkommen som mulig, og til den Ende træffe enhver Disposition, som kan virke i den Retning.

Derfor bør Indsprøjtningsvandet være saa koldt som mulig; det maa bringes i Berøring med Dampen paa en saadan Maade, at Fortætningen foregaar saa hurtig som mulig, og dette opnaaes bedst ved at forsyne Indsprøjtningsrøret med en Bruse, hvorved Vandet kommer ind som en Regn. At man vil opnaa det bedste Resultat ved at anvende en stor Vandmængde, er alt anført; men her er man begrændset, thi jo mere Vand, der sprøjtes ind, desto mere faar Luftpumpen at føre bort, desto mere forøges altsaa ogsaa Maskinens Arbejde, og desto mindre virkeligt Arbejde udfører den. Man maa da nøjes med at drive Fortyndingen ned til en Grændse, der for en god Maskine er naaet, naar Spændingen i Fortætteren er lig 2—3 Tommers Kvægsølvtryk, hvilket igjen svarer til en Temperatur af 40—50° C. for det i Fortætteren værende Vand.

For at man bestandig kan se, til hvilken Grad, Fortyndingen er dreven, er Fortætteren forsynet med en egen Slags Trykmaaler (Vacumeter), hvis Indretning sees af Figur 74. Et med Hane forsynet Rør P er ved sin nederste Ende i Forbindelse med Fortætteren; foroven er det lufttæt forbunden med et omtrent 30 Tommer langt Glasrør, som er stukken ned i en Skaal med Kvægsølv A. Aabnes nu Hanen, da vil den udvendige Lufts Tryk drive Kvægsølvet op i Glasrøret, og man kan af den Højde, hvortil det stiger, let regne sig til Trykket i Fortætteren. Hvis nemlig dette Tryk var lige saa stort som Atmosphærens, det er omtrent 14 Pd. pr. Kvadrattomme, da vilde Kvægsølvet aldeles ikke stige i Røret; var Fortætteren derimod aldeles lufttom, vilde Kvægsølvet gaa 29 Tommer op i Røret. Det er da altsaa klart nok, at hvis man paa det Brædt, langs hvilket Røret er fæstet, afsatte 29 Tommer fra Kvægsølvsoverfladen i Skaalen opefter, og igjen delte denne Afstand i 14 lige store Stykker, saa vilde Trykket i Fortætteren være 1 Pd. mindre for hver saadant Stykke, Kvægsølvet steg. Man kunde da paa Brædtet notere Størrelsen af de til hver Inddeling svarende Tryk, hvorved dog bliver at bemærke, at man maa tage Hensyn til at Kvægsølvet samtidig falder i Skaalen.

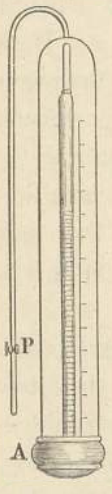


Fig. 74. Vacumeter.

TOLVTE KAPITEL.

EXPANSION. — HESTEKRAFT. — INDIKATOR. MASKINERNES KRAFT. — DERES KLASSIFIKATION. TYPER. — NYERE PRINCIPER FOR DAMPDRIFTEN. — UDBREDELSE.

Der er i det foregaaende ofte bleven talt om Expansion, og der er bemærket, at man ved en Expansionsmaskine forstaar en Maskine, der arbejder saaledes, at Dampen ikke driver Stemplet gjennem hele Cylinderen med fuldt Tryk, men at der derimod, naar Stemplet har gjennemløbet en Del af Cylinderen, spærres af for den, og at den nu driver Stemplet videre alene ved sin Udvidekraft. Denne Maade at lade Dampen virke paa skyldes Watt, men har dog først faaet udstrakt Anvendelse efter hans Tid.

Vi skulle nu her, inden vi gaa over til Beregning af Maskinernes Arbejdskraft, noget nærmere omtale Expansionens Fordele, og begynde for Simpelheds Skyld med at antage, at Afspærringen finder Sted i det Øjeblik, Stemplet har gjennemløbet Cylinderens Halvpart. Det er da klart nok, at der under Stempelslagets første Halvdel, hvor Dampen strømmer ind med fuldt Tryk, kun forbruges halv saamegen Damp, altsaa ogsaa kun halv saameget Brændsel, som hvis Cylinderen var bleven hel fyldt med Fuldtryksdamp; paa den anden Side har saa rigtignok ogsaa Dampens Arbejdskraft kun været

det halve, af hvad den vilde have været, naar der ikke spærredes af for den. Men under Stempelslagets sidste Halvdel forbruges der slet ingen ny Damp, altsaa heller intet Brændsel; og dog faar man paa Grund af Expansionen et virkeligt Arbejde udrettet; dette er da at betragte som ren Gevinst. Sagen er altsaa den, at Formindskelsen i Damp- og Brændselsforbrug er mindre end Formindskelsen i Arbejdsevne, eller med andre Ord, naar man benytter Expansion, da kan en given Mængde Brændsel levere en større Arbejdskraft, end om man ikke havde benyttet den.

Dette Forhold sees klart af følgende Tabel, der angiver de forskjellige Arbejdsmængder, en given Dampmængde kan udvikle, naar Expansionen begynder i det Øjeblik, Stemplet har gjennemløbet $\frac{9}{10}$, $\frac{8}{10}$, $\frac{7}{10}$, ... af Cylinderens Længde. Den er beregnet saaledes, at man til Enhed har taget den Arbejdsmængde, Dampen vilde udvikle, hvis man slet ikke benyttede Expansion.

Brøkdele af Stempelslaget, hvor Expansionen begynder.	Arbejdsmængde.
1,0	1,000
0,9	1,105
0,8	1,223
0,7	1,357
0,6	1,509
0,5	1,693
0,4	1,946
0,3	2,204
0,2	2,609
0,1	3,302

Det Maal, der lægges til Grund for Angivelsen af en Maskines Arbejdskraft, er som bekjendt Hestekraften, et Maal, som første Gang indførtes af Savery, men af ham rigtignok toges i en hel anden Betydning end den, hvori vi nu tage det. Medens vi nemlig sige, at en Maskine har et vist Antal Hestes Kraft, naar den kan udrette samme Arbejde, som lige saa mange paa en Gang forspændte Heste, tog han til Sammenligning med Maskinen saa mange Heste, som man maa holde paa Stald, forat de uafbrudt kunne give samme Kraft, som Maskinen. Derved blive, som man let indser, hans Tal større end vore, og han maatte f. Ex. kalde en af vore Maskiner paa 6 Hestes Kraft en Maskine paa 18—20 Hestes Kraft, idet hver Hests Arbejdstid er regnet til 8 Timer i Døgnet og der endda maatte holdes Reserveheste.

Den Beregning, vi lægge til Grund, stammer derimod fra Watts Tid, og Anledningen dertil skal have været følgende.

En af de første Bestillinger, Watt fik, var fra et Bryggeri i London; den bestilte Maskine skulde pumpe Vand op, og den skulde arbejde med saa stor Kraft, at den kunde udføre samme Arbejde, som hidtil var udrettet af Bryggeriets Heste. For nu at fastslaa, hvor meget en Hest kunde udrette, og derefter igjen hvor stor Kraft den bestilte Maskine skulde have, foreslog Bryggeren Watt at lade en af Bryggerhestene arbejde 8 Timer itræk og da tage den Mængde Vand, den havde løftet til den forlangte Højde, til Maal for en Hests Kraft. Watt gik ind derpaa, og Bryggeren satte da sin bedste Hest i Arbejde, sparede ikke paa Pidskeslag eller anden Opmuntring, og Resultatet blev, at der efter de 8 Timers Forløb var løftet 4,503,000 Pund 3 Fod højt, hvilket meget nær svarer til 470 Pund 1 Fod i Sekundet, alt dansk Maal.

Saa stor skulde altsaa en Hestekraft være i dansk Maal; det er dog hverken den Størrelse, man lægger til Grund for Beregningen af Dampmaskinernes Hestekraft, ikke heller paa nogen Maade den Kraft, en Hest har. Den Kraft, vi hertillands sætte som en Hestekraft er nemlig større end den ovenfor fundne, idet vi have vedtaget den lig en Kraft, som

kan løfte 480 Pund 1 Fod i 1 Sekund, eller 480 Fodpund i Sekundet, naar man ved 1 Fodpund forstaar den Kraft, der løfter 1 Pund 1 Fod.

De forskjellige Lande have nu igjen ansat Hestekraften forskjellig; men alle ere de komne langt udover den Kraft, en levende Hest kan præstere. En stærk Hest kan nemlig i en god Hestegang ikke præstere mere end omtrent 10 Millioner Fodpund pr. Døgn, naar den gaar alene, — og flere forholdsvis mindre, — men dette svarer kun til omtrent 116 Fodpund, altsaa mindre end Fjerdeparten af Damphestekraften.

Følgende Tabel viser Størrelsen af 1 Hestekraft i de forskjellige Lande og deres indbyrdes Forhold; i de to første Spalter ere alle Angivelser udtrykte i vedkommende Landes Maal og Vægt.

1 Hestekraft.		Fodpund i 1 Minut.	Dansk Fodpund i 1 Minut.	Udtrykt i dansk Hestekraft.	Udtrykt i engelsk Hestekraft.
Danmark	480 Pund 1 Fod i 1 Sekund	28,800	28,800	1,0000	0,9906
Norge	485 — 1 — i 1 —	29,100	28,980	1,0062	0,9968
Sverrig	600 — 1 — i 1 —	36,000	28,948	1,0051	0,9957
England	550 — 1 — i 1 —	33,000	29,073	1,0095	1,0000
Preussen (efter 1859)	480 — 1 — i 1 —	28,800	28,800	1,0000	0,9906
Frankrig	75 Kilogr. 1 Meter i 1 —	4,500 Kilogrammeter	28,676	0,9957	0.9863

For at faa en Maskines Kraft udtrykt i Hestekræfter — indiceret kalder man det — gjælder det da nu kun at faa at vide, hvormange Fodpund, den løfter i Sekundet. Men det er, forat kunne regne sig dertil, igjen nødvendigt, at man kjender Damptrykket i Cylinderen, og da dette altid er mindre end i Kjedlen, kan man ikke uden videre lægge det af Trykmaaleren paa Kjedlen angivne Tryk til Grund for Beregningen.

For at faa det virkelige Tryk i Cylinderen kan man bekvemmest benytte sig af det af Watt opfundne Instrument, som kaldes Indikatoren, og som sees afbildet i Fig. 75. Det bestaar af en lille Cylinder, i hvilken et Stempel kan bevæge sig lufttæt op og ned. Cylinderen er aaben foroven, saa at Lufttrykket uhindret kan trykke paa Stemplet ovenfra; forneden fortsætter den sig i et med Hane forsynet Rør, der kan skrues paa Dampcylinderens Laag, og det er da klart nok, at hvis Hanen aabnes, og Maskinen er i Gang, vil Dampen i Maskincylinderen trykke baade paa Maskinens og Indikatorens Stempler. Dette sidste vil altsaa løftes, styret i sin Bevægelse derved, at Stempelstangen gaar op igjennem en Bøsning a, som

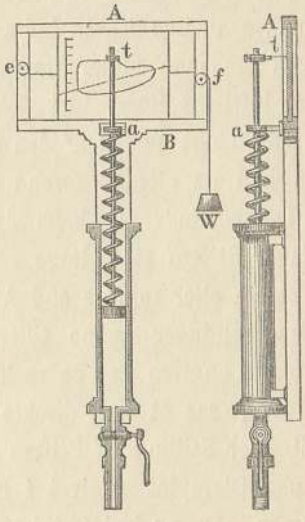


Fig. 75. Watts Indikator.

sidder fast paa det til Indikatorcylinderen fæstede Stativ AB. Hører Damptrykket senere

op, vil en Spiralfjeder atter trykke Stemplet ned.

Man vil nu indse, at Spiralfjederen, naar Apparatet er skruet fra og Hanen aaben, vil give Stempelstangen en vis til dens egen Fjederkraft svarende Stilling; denne Stilling kaldes den neutrale Stilling eller den atmosphæriske Stilling, fordi nu Atmosphærens Tryk nedenfra holder Ligevægt mod Lufttrykket ovenfra. Den samme Stilling vilde Stangen indtage, hvis Apparatet skruedes paa Dampcylinderen, og et Damptryk af 1 Atmosphæres Størrelse virkede paa det nedenfra. Iagttog man omvendt, at Stangen indtog denne Stilling, og var Stemplets Fladeindhold 1 Kvadrattomme, hvilket vi ville antage, da vidste man, at det nedenfra fik et Tryk af 14,14 Pd. Blev derimod Stemplet rykket opad af en Vægt paa 5, 10, 15... Punds Størrelse, saa vilde en paa Stempelstangen anbragt Stift efterhaanden antage forskjellige Stillinger, der igjen vilde blive de samme, som om man lod Damp af 5, 10, 15... Punds Overtryk over Atmosphæren, eller altsaa i det hele 19,14; 24,14; 29,14... Punds Tryk, virke nedenfra paa det. Og trykkede man endelig Stangen indad med en Vægt af 14,14 Pund, saa vilde Stiften indtage samme Stilling, som om man under Stemplet havde frembragt et lufttomt Rum, idet det da trykkedes lige saa langt nedad af den udvendige Luft. Man kan da altsaa, førend Apparatet skrues paa Dampcylinderen, skaffe sig at vide, hvilke Stillinger Stiften vil indtage ved ethvert Damptryk, større eller mindre end Atmosphærens, og disse Stillinger kunne tilligemed de tilsvarende Tryk angives paa en mellem A og a anbragt Plade, saa at man direkte kan aflæse det til hver Stilling af Stiften svarende Damptryk paa Stemplet angivet i Pund paa Kvadrattommen. Da nu imidlertid et Stempelslags Varighed i Reglen er overmaade kort, og da Damptrykket er underkastet mange Forandringer under hvert Stempelslag, vilde det være yderst vanskeligt, for ikke at sige umuligt, at følge Stiftens Bevægelse og altsaa aflæse Damptrykkets Størrelse.

Apparatet er derfor indrettet saaledes, at det selv opskriver alle Damptrykkets Variationer, hvilket sker derved, at Pladen ikke er fast, men bevægelig. Paa Stativet er nemlig anbragt en Ramme AB, i hvilken en Plade kan skydes frem og tilbage, og denne Plade er igjen ved en over Tridsen e anbragt Snor saaledes forbunden med Dampmaskinens Stempelstang, at den, naar Stempelstangen gaar nedad, trækkes fra højre til venstre, medens den, naar Stempelstangen gaar op, trækkes tilbage igjen af Vægten W, der virker paa en anden Snor om f. Pladen selv er belagt med Papir, og t er en Blyantsstift, der af en Fjeder holdes ind mod Papiret. Bevæger nu Dampstemplet sig, da vil denne Blyantsstift aftegne en Figur, Diagram, paa Papiret, og det er ved Hjælp af denne Figur, at man er istand til at aflæse det til enhver Stilling af Stemplet i Dampcylinderen svarende Damptryk, foruden det at Diagrammets Figur er et fortrinligt Hjælpemiddel til Bedømmelse af Maskinens Godhed og Styringens og Gangens Regelmæssighed.

Her beskjæftige vi os imidlertid kun med Damptrykket, og hvorledes Diagrammet kan give dette, vil bedst forstaaes ved Betragtning af et saadant, der i Figur 76 er afbildet saaledes, som en Lavtryksmaskine har givet det; Maskinen har arbejdet med et Tryk, der kun var et Par Pund over Atmosphærens. Paa den lodrette Linie OY er afsat de til de forskjellige Stillinger af Blyantsstiften svarende Damptryk; O er Skalaens Nulpunkt, det Punkt altsaa, hvorved Stiften vilde stille sig, hvis der var lufttomt Rum mellem Indikatorstemplet og Dampstemplet. OX er den rette Linie, Stiften vilde beskrive, hvis dette tomme Rum blev ved at bestaa, medens Pladen rykkedes frem og tilbage. Det har nu ikke været Tilfældet, Stiften skal tvertimod tænkes staaende ved A

i det Øjeblik, Dampen er traadt ind over Dampstemplet, dette altsaa har bevæget sig nedad, og Pladen er gaaet tilvenstre.

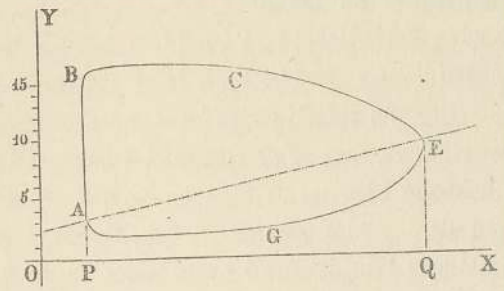


Fig. 76. Diagram.

Idet Dampen da pludselig har fyldt det tidligere tomme Rum, er Stiften ligesaa pludselig bleven løftet til B; den har beholdt denne Højde under den første Del af Stempelslaget, medens Pladen er rykket saa langt tilvenstre, at Stiften har beskrevet Linien BC. Derefter er der indtraadt en gradvis Formindskelse i Damptrykket, hidrørende fra, at der er aabnet Adgang til Fortætteren noget før Stemplet har naaet Cylinderens Bund; Stiften har imidlertid beskrevet Buen CE. I det Øjeblik, Stemplet har naaet Bunden, er Fortætningen først rigtig begyndt; den har hurtig naaet sin Grændse og har beholdt denne indtil et Øjeblik før Stemplet kom helt op, hvilket sees af Buen EGA, der lige før A pludselig gaar opad, fordi Forbindelsen mellem Cylinder og Fortætter som bekjendt spærres et Øjeblik før Stempelslaget er fuldendt. Den Del af Figuren, der ligger over den punkterede Linie AE er altsaa beskreven, medens Stemplet gik nedad, Resten under Opgangen, og det er nu overmaade let at finde det til hver Stilling af Stemplet svarende Damptryk. Vil man f. Ex. vide, hvor stort dette har været, da Stemplet var kommen halvt ned i Cylinderen, saa svarer Punktet C i Diagrammet til denne Stilling; en Linie derfra parallel med OX ud til OY vilde da angive omtrent 17 Pd. Ved G har Trykket omtrent været 2 Pd., saa at Fortyndingen der har beløbet sig til omtrent $\frac{1}{7}$.

Det er indlysende, at Diagrammets Figur vil blive forskjellig, eftersom Maskinen arbejder med Højtryk eller Lavtryk, med Expansion eller uden samme. Et Diagram for en Lavtryksmaskine med halv Expansion vil omtrent se ud som det paa Pladen Figur 75 fremstillede: Damptrykket er der aftaget meget hurtig efterat Stemplet har naaet Cylinderens Midte paa Vejen nedad.

Forinden man nu i Virkeligheden beregner Maskinens Kraft ud af de ved Indikatoren fundne Tryk, tager man først to Diagrammer, et fra Cylinderens Bund, et fra dens Laag, og det er Middelværdierne af deres Angivelser, man lægger til Grund for Beregningen.

Selve Beregningen skulle vi nu her gjennemgaa baade for det Tilfælde, at Maskinen arbejder uden og med Expansion.

Vi antage da først, at det er en Maskine uden Expansion, og gaa tillige ud fra, at den arbejder saaledes, at Trykket kun er meget smaa Forandringer underkastet under Stemplets hele Vandring. Er det Tilfældet, vil Diagrammet meget nær komme til at se ud som ABCD (Fig. 77), idet da Buestykket BCE (Fig. 76) meget nær bliver en ret med OX parallel Linie. Man maaler da Afstanden mellem disse to rette Linier, opsøger paa Skalaen det til Længden af denne Afstand svarende Tryk, og lægger nu det til Grund for Beregningen. Ere Forandringerne derimod store, da maa man gaa frem paa samme Maade, som det siden skal blive vist for Maskiner med Expansion.

Er da Stemplets Overflade F Kvadrattommer, Dampens Tryk i Cylinderen a Atmosphærer, Cylinderens Højde h Fod, saa er Damptrykket paa Stemplet — hver Atmosphære for Simpelheds Skyld kun regnet til 14 Pund — 14 . a . F Pund. Idet nemlig a Atmosphærer aabenbart trykke a Gange saameget som 1 Atmosphære, er de a Atmosphærers Tryk paa hver Kvadrattomme 14 . a Pund, paa F Kvadrattommer altsaa 14 . a . F Pund eller 14 .

a . F Fodpund, hvis Stemplet kun skulde gaa 1 Fod op. Det er imidlertid ikke Tilfældet, Stemplet skal bevæge sig h Fod i hvert Slag; Kraften er da en anden, men kan overmaade let findes. Thi det er jo da indlysende, at den Kraft, der skal løfte et vist Antal Pund h Fod, maa være h Gange større end den, der i samme Tid kun skal løfte det samme Antal Pund 1 Fod op; deraf følger igjen, at Maskinens Kraft ved hvert Stempelslag maa være h Gange større, end før blev nævnet, altsaa ialt 14 . a . F . h Fodpund. Herved er dog endnu ikke taget Hensyn til Modtrykket af den Damp, der er paa den anden Side af Stemplet, eller overhovedet til nogensomhelst Hindring for Bevægelsen.

Ved enhver Maskine findes der imidlertid saadanne Hindringer og saadant et Modtryk, og dette sidste beløber sig for de Højtryksmaskiners Vedkommende, som arbejde uden Fortætter, og i hvilke jo den forbrugte Damp skal kastes ud i Atmosphæren, til mere end 1 Atmosphære, idet denne Damp jo naturligvis har Modstand at overvinde ved Gjennemgangen gjennem Afløbsrørene, og denne Modstand igjen skal overvindes af den arbejdende Damp. Vi ville regne Beløbet for det fra disse Modstande hidrørende Modtryk til 1,25 Atmosphærer, hvilket er højt regnet. Dets Størrelse faaes naturligvis af den Del af Diagrammet, der svarer til Afløbet. For de Maskiners Vedkommende, der arbejde med Fortætter, og ved hvilke Beløbet for Modtrykket, som alt vist for en Lavtryksmaskine ligeledes faaes af Diagrammet — AGE Figur 76 — ville vi ansætte det til 0,25 Atmosphærer.

Størrelsen af Modtrykket mod Stemplet er da altsaa for Maskiner

1, uden Fortætter 1,25 . 14 . F Pund.
2, med — 0,25 . 14 . F Pund.

Heraf findes igjen hele Modstanden under Stempelslaget for Maskiner

1, uden Fortætter 1,25 . 14 . F . h Fodpund.
2, med — 0,25 . 14 . F . h —

Trækkes dette sidste Beløb fra det først fundne, faar man den Kraft, hvormed Maskinen theoretisk talt arbejder under hvert Stempelslag; den er for Maskiner

1, uden Fortætter 14 . F . h (a — 1,25) Fdpd.
2, med — 14 . F . h (a — 0,25) —

Gjør nu Maskinaxlen n Omdrejninger i hvert Minut, saa gjør Stemplet i samme Tid n dobbelte Slag — o: Slag op og ned — eller hvad der er det samme 2n enkelte Slag, og Maskinens Arbejdskraft i hvert Minut er da for Maskiner

1, uden Fortætter 2n . 14 . F . h . (a — 1,25) Fdp.
2, med — 2n . 14 . F . h . (a — 0,25) —

og endelig i Sekundet 60 Gange mindre eller for Maskiner

1, uden Fortætter $\frac{7}{15}$ n . F . h (a — 1,25) Fdp.
2, med — $\frac{7}{15}$ n . F . h (a — 0,25) —

Dividerer man disse Udtryk med det Antal Fodpund, 480, der udtrykker 1 Hestekraft, saa faar man altsaa Maskinens Hestekraft, den saakaldte virkelige Hestekraft i Modsætning til den nominelle, som siden skal omtales.

Førend vi gaa videre, skulle vi gjennemføre Regningen for et Talexempel. Lad Stemplets Diameter være 30 Tommer, dets Overflade er da 706,86 Kvadrattommer; lad endvidere Dampspændingen i Cylinderen akkurat være 4 Atmosphærer, Stempelslagets Længde 2,25 Fod og lad os endelig antage, at Maskinaxlen gjør 10 Omdrejninger i hvert Minut og arbejder uden Fortætter. Ved at indsætte Tallene i det ovenfor fundne Udtryk, faar man da $\frac{7}{15}$. 10 . 706,86 . 2,25 (4 — 1,25) = 20410,58 Fodpund i Sekundet, hvilket ved Division med 480 giver 42,52 Hestes Kraft.

Arbejdede samme Maskine med Fortætter, og var forresten alt andet lige, da skulde man kun i Parenthesen sætte 0,25 i Stedet for 1,25; man fik da 27832,61 Fodpund i Sekundet eller 57,98 Hestes Kraft.

Man maa imidlertid vel vogte sig for at tro, at den saaledes beregnede virkelige Heste-

kraft helt og holdent giver Nyttevirkning; det vilde være en stor Fejltagelse. Der gaar tvertimod megen Arbejdskraft med til at overvinde de mange fra Bevægelsen af Cylinderen, Glideren og de øvrige bevægelige Dele hidrørende Modstande; ligeledes giver Dampens Gnidning mod Dampgangenes og Cylinderens Vægge Anledning til Tab af Kraft. Ligeoverfor det er der intet andet at gjøre end at formindske Modstandene saa meget som mulig. Endelig kan man ikke uden videre tage den her beregnede Arbejdskraft for den reelle Nytterirkning, Dampmaskinen overfører paa de Værktøjsmaskiner, den skal drive. Erfaringen har nemlig lært, at man maa multiplicere den beregnede Hestekraft med en Brøk, der igjen er forskjellig for Maskiner af forskjellig Styrke. Den er

for Højtryksmaskiner (uden Fortætter)

under 10 Hestes Kraft	0,5
fra 10—20 —	0,55
fra 20—30 —	0,6
fra 30—40 —	0,65
fra 40 og derover	0,7

for Lavtryksmaskiner (med Fortætter)

under 10 Hestes Kraft	0,5
fra 10—30 —	0,56
fra 30—60 —	0,6
fra 60—100 —	0,65.

Herefter er altsaa den virkelige Nytteviirkning af den ovenfor beregnede Maskine uden Fortætter ikke 42,52 Hestes Kraft, men kun 0,7 . 42,52 = 29,76 Hestes Kraft; for Maskinen med Fortætter vilde den beløbe sig til 0,6 . 57,98 eller 34,79 Hestes Kraft.

For en Expansionsmaskine bliver Sagen noget mere sammensat, idet man der lægger et fra Diagrammet hentet Middeltryk til Grund for Beregningen. Hvad dermed menes, og hvorledes det kan give Resultatet, kunde ganske vist vises ad en langt kortere Vej end den, vi agte at gaa; vi foretrække ikke destomindre at gjennemgaa Regningen fuldstændig, idet vi derved faa Lejlighed til at paavise alle herhen hørende Forhold, og derved igjen at gjøre Forstaaelsen fuldkomnere.

Vi gjøre da den Antagelse, at der spærres af for Dampen, naar Stemplet har gjennemløbet Trediedelen af Cylinderens Længde. Det er da klart nok, at Maskinens hele Kraft lader sig beregne som en Sum af to Kræfter, for det første den, der virker saalænge Dampen arbejder med fuldt Tryk, og for det andet den, der skyldes Expansionen. Den første findes ganske paa samme Maade som ovenfor er udviklet, og den bliver, saafremt vi beholde de samme Betegnelser som før,

$$14\ a\ .\ F\ .\ \tfrac{h}{3}\ \text{Fodpund},$$

idet vi foreløbig ikke tage Hensyn til Modtrykket.

Saasnart Expansionen derimod begynder, forandre Forholdene sig; Dampen udvider sig, dens Tryk aftager gradvis, indtil Glideren aabner den Adgang til Fortætteren, og det gjælder nu at regne sig til det Arbejde, der imidlertid er udført. Vi gjøre da som sagt dette under den Forudsætning, at Expansionen begynder, naar Stemplet har gjennemløbet Trediedelen af Cylinderen, og vi vælge Exemplet saaledes, at alt er saa simpelt, som mulig, idet vi forudsætte, at Expansionen virker, indtil Stempelslaget er helt fuldført, at Glideren altsaa ikke aabner Adgang til Fortætteren, før dette er sket, og at Damptrykkene paa hvert Punkt af Stemplets Bane derfor nøjagtig ere saadanne, som de ere angivne i Figur 77, hvor man har regnet sig til dem ved følgende Betragtning.

AD forestiller Cylinderens Højde, eller hvad der er det samme Stempelslagets Længde h; AE = $\frac{1}{3}$ h er den første Trediedel deraf, den Vej altsaa, som Stemplet har gjennemløbet med fuldt Tryk. Dette Tryk, hvis Værdi er 14 . a . F Pund, ville vi for Kortheds Skyld betegne ved P Pund, og lade da Linien AB = CD, som er vinkelret paa AD, betegne disse

P Pund, ligesom vi ogsaa i alle de følgende Punkter af AD ville lade de i disse Punkter paa AD vinkelrette Linier GK, HI .... angive Størrelserne af de Tryk, der virke paa Stemplet, naar det netop befinder sig i G, H .... Man ser da umiddelbart af Figuren, at Stemplet har bevæget sig fra A til E, ɔ: Trediedelen af AD, under Paavirkning af hele Trykket AB = P Pund.

Ved E begynder nu Expansionen, og da Dampen udvider sig, aftager dens Tryk, og det netop saaledes, at Trykket bliver desto mindre, jo mere Dampen udvider sig; udvidede den sig saaledes f. Ex. til et Rum, der var dobbelt saa stort, som det oprindelige, blev Trykket kun halv saa stort, til et tre Gange saa stort Rum, tre Gange mindre o. s. v., saaledes at man bestandig kan regne sig til Trykket, naar man blot kjender Udvidelsen. Herved er dog rigtignok endnu en Ting at bemærke, nemlig at dens Temperatur samtidig formindskes; men da Erfaringen har lært, at den Indflydelse, dette har paa Forholdet mellem Tryk og Rumfaug, er saa lille, at man gjerne kan se bort derfra, saa tage vi her intet Hensyn dertil.

Det drejer sig nu foreløbig kun om at finde de til Stemplets Stillinger G, H, I og D svarende Damptryk, og det er meget let. Linien AB er delt i 6 lige store Dele, saa at DI = IH = GH = GE = $\frac{1}{6}$ AB = $\frac{1}{6}$ h, og AE = $\frac{2}{6}$ AD = $\frac{1}{3}$ h. Er da Stemplet kom-

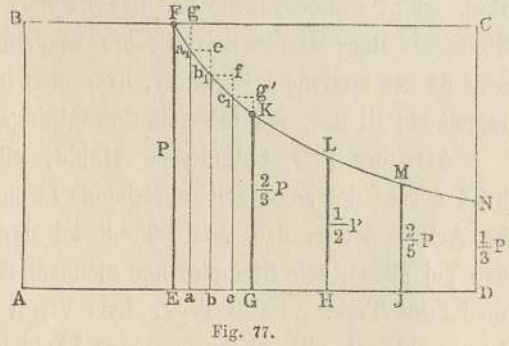


Fig. 77.

men til G, saa fylder den Damp, der før fyldte de to Rumdele AE, nu de 3 Rumdele AG; dens Tryk er altsaa to Trediedele af hvad det var før, eller med andre Ord $\frac{2}{3}$ P. Derfor er Linien Gk, som angiver det til Stemplets Stilling i G svarende Tryk, afsat lig $\frac{2}{3}$ EF = $\frac{2}{3}$ P. Naar Stemplet er kommen til H, har Dampen, som oprindelig fyldte 2 Rumdele, udvidet sig til 4 Rumdele, dens Tryk er altsaa kun halv saa stort som før, eller HL = $\frac{1}{2}$ AB = $\frac{1}{2}$ P. Har Stemplet bevæget sig videre til I, saa har Dampen fra 2 Rumdele udvidet sig over 5, dens Tryk er da kun to Femtedele af det oprindelige, IM altsaa kun $\frac{2}{5}$ AB = $\frac{2}{5}$ P; og er Stempelslaget endelig fuldført, ɔ: er Stemplet kommen til D, saa har Dampen udvidet sig fra 2 Rumdele til 6 saadanne, dens Tryk er altsaa to Sjettedele eller en Trediedel af det oprindelige, hvorfor DN er afsat lig $\frac{1}{3}$ AB = $\frac{1}{3}$ P.

Betragte vi nu nærmest kun, hvad der foregaar i den Tid, Stemplet flytter sig fra E til G, saa er Damptrykket naturligvis ikke aftaget pludselig fra P til $\frac{2}{3}$ P, men har gjennemløbet alle mulige mellemliggende Værdier. Man kunde gjerne finde nogle af dem, f. Ex. de til Stillingerne a, b og c svarende Tryk aa_1, bb_1, cc_1; Regningen vilde blive ganske den samme som før, idet man ved, at Ea = ab = bc = cG er en Fjerdedel af EG, altsaa en Fireogtyvendedel af AD, og man da altsaa kjender de Rumfang, Dampen skulde udvide sig over ved hver af de tilsvarende Stillinger af Stemplet. Man vilde derved faa Resultatet nøjagtigere, men vi skulle dog ikke her gjøre det; thi da det kun kommer an paa at klare Methoden, og da den i sin Helhed er ganske den samme, enten man regner med flere eller færre Damptryk, saa er det ufornødent her at besværliggjøre Regningen ved at tage flere, end de alt fundne. Men som sagt, Resultatet vilde blive nøjagtigere, hvis man tog flere mellemliggende Værdier, det fremhæve vi endnu engang, og desto nøjagtigere, jo flere man tog; at man nødvendigvis maa komme til en Grændse

eller at man med andre Ord ikke kan faa alle, det er klart nok. Tog man nu i Virkeligheden et saadant overmaade lille Stykke af Stemplets Bane som ab, saa er det sikkert, at Damptrykket ikke er det samme i hele den Tid, Stemplet bruger for at gaa fra a til b; det begynder med at være aa_1, ender derimod ikke med at være $be = aa_1$, men med at være bb_1; men jo mindre ab er, desto mere falde de to Grændseværdier aa_1 og bb_1 sammen, og i ethvert Tilfælde kunde man da komme til et Resultat, der var endog overmaade nær ved det rette, naar man antog, at Damptrykket i hele Tiden, der forløb mellem Stillingerne a og b, hverken var aa_1 eller bb_1, men derimod deres Middelværdi, og denne vilde igjen ligge den rette desto nærmere, jo mere Linien a_1b_1 nærmede sig til at være en ret Linie, hvilket igjen er det samme som at a og b laa meget nær sammen.

Vi antage nu her for vor Beregning, at FK meget nær er en ret Linie, og gaa da ud fra, at Damptrykket under hele Stemplets Gang fra E til G har haft en og samme Størrelse: Middelværdien mellem EF og GK; denne Middelværdi er $\frac{5}{6}$ P. Gjøre vi samme Antagelse for de øvrige Stykker af Stempelslagets Længde, da finde vi den til GH svarende Middelværdi lig $\frac{7}{12}$ P; for HI bliver den $\frac{9}{20}$ P, for ID $\frac{11}{30}$ P.

Idet Stemplet da nu har bevæget sig gjennem hvert af Stykkerne $EG = GH \ldots = \frac{h}{6}$ med de tilsvarende Middeltryk, har dets Arbejdskraft, udtrykt i Fodpund, været

for EG: $\frac{5}{6}$ P . $\frac{h}{6}$; for GH: $\frac{7}{12}$ P . $\frac{h}{6}$

for HI: $\frac{9}{20}$ P . $\frac{h}{6}$; for ID: $\frac{11}{30}$ P . $\frac{h}{6}$

og Summen af dem er lig den hele under Expansionen udviklede Kraft. Denne Sum beløber sig til

$$P \cdot \frac{h}{6} \left(\frac{5}{6} + \frac{7}{12} + \frac{9}{20} + \frac{11}{30}\right) =$$

$P \cdot \frac{h}{6} \cdot \frac{67}{30} = \frac{67}{180} P \cdot h = 0{,}372 \cdot P \cdot h$ Fdpd., eller naar vi for P indsætte den virkelige Værdi 14 . a . F, til

0,372 . 14 . a . F . h Fodpund.

Hertil skal nu regnes Fuldtryksdampens Arbejde, som var lig $P \cdot \frac{h}{3} = 14 \cdot a \cdot F \cdot \frac{h}{3}$ Fodpund; den hele Kraft bliver da, udtrykt i Fodpund,

$14 \cdot a \cdot F \cdot \frac{h}{3} + 0{,}372 \cdot 14 \cdot a \cdot F \cdot h$,

hvorved der dog endnu ikke er taget Hensyn til Modtrykket. Arbejder Maskinen uden Fortætter, da er dette Modtryk ifølge det foregaaende lig 1,25 . 14 . F . h Fodpund, som skulle trækkes fra. Dette giver

$14 \cdot a \cdot F \cdot \frac{h}{3} + 0{,}372 \cdot 14 \cdot a \cdot F \cdot h \div 1{,}25 \cdot 14 \cdot F \cdot h = 14 \cdot F \cdot h\,(0{,}705\,a - 1{,}25)$ Fdp.

Gjør ogsaa denne Maskine n Omdrejninger i Minuttet, altsaa 2n Enkeltslag, saa er endelig den hele Kraft lig

$$\frac{2n \cdot 14 \cdot F \cdot h}{60}\,(0{,}705\,a - 1{,}25) = \frac{7}{15}\,n \cdot F \cdot h\,(0{,}705\,a - 1{,}25)$$

Fodpund i Sekundet.

Ved at sammenligne dette Resultat med det ovenfor for Fuldtryksmaskinen fundne, ser man, at Expansionsmaskinens Kraft er mindre, naar alt ellers er lige, samme Dimensioner, samme Hastighed, samme Dampspænding; men til Gjengjæld er saa rigtignok Expansionsmaskinens Forbrug af Damp meget mindre, og beløber sig for det anførte Exempels Vedkommende kun til en Trediedel af, hvad Fuldtryksmaskinen fordrer.

Indsætter man i ovenstaaende Udtryk samme Tal som for Fuldtyksmaskinen, nemlig n = 10, F = 706,86, h = 2,25 og a = 4, da bliver Maskinens Arbejdskraft lig 11652,59 Fodpund i Sekundet eller 24,28 Hestes Kraft, medens Fuldtryksmaskinen, som bruger 3 Gange mere Damp, kun havde 42,52 Hestes Kraft.

Afspærrede man Dampen paa et andet Sted af Stemplets Bane, f. Ex. efter $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{5}$ ... Stempelslags Forløb, vilde Regningen dog være at føre igjennem paa samme Maade.

Ogsaa her gjælder det naturligvis, at den beregnede Kraft ikke er hel Nyttevirkning, og ikke heller helt og holdent føres over paa Værktøjsmaskinerne. Der er ogsaa her en Brøk

at multiplicere med, og dennes Størrelse er erfaringsmæssig fundet saaledes:

fra	4 til	10 Hestes Kraft...	0,33
—	10 —	20 — ...	0,42
—	20 —	40 — ...	0,5
—	40 —	50 — ...	0,57
—	50 —	60 — ...	0,62
—	60 —	70 — ...	0,66
—	70 —	80 — ...	0,82

For den ovenfor beregnede Maskine, er den Kraft, der kommer til Nytte, altsaa kun 0,5 . 24,28 = 12,14 Hestes Kraft.

Beregningen er nu ført helt igjennem for det valgte Exempel, og man har set dens Resultat. Ser man nu nøjere paa det fundne Udtryk for Arbejdskraften af Damptrykket paa Stemplet — Modtrykket ikke medregnet — nemlig

$$P \cdot \frac{h}{3} + P \cdot \frac{h}{6}\left(\frac{5}{6} + \frac{7}{12} + \frac{9}{20} + \frac{11}{30}\right) =$$
$$h \times \frac{1}{6}\left[2 + \frac{5}{6} + \frac{7}{12} + \frac{9}{20} + \frac{11}{30}\right] P$$

og sammenligner man igjen dette med det tilsvarende for Fuldtryksmaskinen fundne, som var

$$14 \cdot F \cdot h \cdot a = h \cdot P,$$

saa ser man, at hele Forskjellen, som det ogsaa var at vente, ligger i Størrelsen af Damptrykket, der for den første er $\frac{1}{6}\left(2 + \frac{5}{6} + \frac{7}{12} + \frac{9}{20} + \frac{11}{30}\right) P$, for den anden P. Man kunde altsaa have regnet ganske som for Fuldtryksmaskinen, naar man blot for P havde sat den paagjældende Værdi; men denne kan man let finde af Diagrammet. Vil man nemlig tænke sig, at Linien ABFKLMN Figur 77 er den Del af Diagrammets Figur, som svarer til Stemplets Nedgang — Damptrykket — da ser man, at man ved at dele hele Diagrammets Længde i 6 lige store Dele, derefter paa Skalaen aflæse det til hvert Delingspunkt svarende Damptryk, endelig tage Middeltallet af hver to paa hinanden følgende Værdier, addere dem og dividere Summen med deres Antal, — at man da fik samme Resultat. I Diagrammet Figur 77 er nemlig Delingspunkternes Antal sex, idet der mangler et mellem A og E. Da Damptrykket har holdt sig uforandret og lig P mellem A og det første Delingspunkt og ligeledes mellem dette og E, er Middeltrykket for hver af disse to Afstande lig P; de øvrige Middeltryk ere alt forhen fundne. Man faar da ved Addition af Middeltrykkene netop

$$P + P + \frac{5}{6} P + \frac{7}{12} P + \frac{9}{20} P + \frac{11}{30} P =$$
$$\left(2 + \frac{5}{6} + \frac{7}{12} + \frac{9}{20} + \frac{11}{30}\right) P,$$

som ved Division med 6 giver det Damptryk, man skal regne med efter Methoden for Fuldtryksmaskinen. At man regner desto nøjagtigere, jo flere Delingspunkter man tager, og jo flere Middeltryk man finder, er alt forhen omtalt.

Endnu er at bemærke, at Størrelsen af Modtrykket, som vi i vore Exempler have antaget for Maskinen uden Fortætter lig 1,25 Atmosphære, for Maskinen med Fortætter 0,25 Atmosphære, naturligvis ikke altid er netop saa stort. Ogsaa det kan for hver enkelt Maskine findes af Diagrammet, idet man af den Del af dette, AGE (Fig. 76), som svarer til Afløbet, regner sig til et Middelmodtryk paa samme Maade, som da man fandt Middeltrykket.

Har Maskinen flere Cylindre, skal man tage Diagrammer for hver, derved beregne enhvers Kraft og endelig lægge disse sammen; man faar da Maskinens hele virkelige, indicerede Hestekraft.

Meget ofte angives Maskinernes Hestekraft i saakaldte nominelle Hestekræfter, og de bestilles og betales som oftest efter dem. Den nominelle Hestekraft er imidlertid en aldeles raa Bestemmelse, idet den skjærer alle Maskiner af samme System over en Kam; den findes nemlig paa det Grundlag, at det effektive Damptryk for alle Lavtryksmaskiner er 7 Pund, for alle Højtryksmaskiner 21 Pund paa Kvadrattommen. Regningen er da den, at man multiplicerer Stemplets Fladeindhold i Kvadrattommer med dets Hastighed i Fod i Sekundet og derefter med 7 eller med 21, eftersom det

er Lavtryk eller Højtryk; det udkomne divideres igjen med 480, og Kvotienten er da den nominelle Hestekraft.

At den naturligvis ofte kan afvige meget fra den indicerede, er klart; den vil ved godt konstruerede Maskiner altid findes en Del mindre, undertiden endog fra 4—6 Gange.

Meget ofte træffer man hertillands Maskinernes Kraft angivet i engelske Hestekræfter, stemmende med, at de i Reglen ere konstruerede efter engelske Dimensioner.

MASKINERNES KLASSIFIKATION.

Ifølge den Maade, hvorpaa Dampen virker til Bevægelse i de forskjellige Maskiner, har den foregaaende Fremstilling allerede lært, at man kan dele dem i to Hovedgrupper 1, enkeltvirkende og 2, dobbeltvirkende. De første ere som bekjendt indrettede saaledes, at Dampen stedse kun virker paa den ene Side af Stemplet; naar den har løftet Stemplet, fortættes den, og Lufttrykket skyder det ned igjen; en saadan Maskine har været omtalt og afbildet i Fig. 12.

I de sidste virker Dampen derimod afvexlende paa begge Sider af Stemplet, og tre forskjellige Forhold bestemme igjen deres Konstruktion og Arbejdsevne, nemlig Fuldtryk, Fortætning og Expansion. Efter den Maade, hvorpaa Dampen benyttes, gives der da fire Slags dobbeltvirkende Maskiner nemlig

1. Maskiner med Fortætter og uden Expansion,
2. Maskiner med Fortætter og med Expansion,
3. Maskiner uden Fortætter og uden Expansion,
4. Maskiner uden Fortætter og med Expansion.

Maskiner af første og anden Art kaldes ofte blot Kondensations- (ɔ: Fortætnings-) Maskiner, Maskiner af tredie Art Fuldtryksmaskiner og endelig Maskiner af fjerde Art Expansionsmaskiner. Det er igjen Maskinerne af første Art, man fortrinsvis kalder Lavtryksmaskiner, eftersom de som oftest drives af Damp, hvis Spænding er mindre end halvanden Atmosphære; i Modsætning dertil kaldes da de andre Højtryksmaskiner. En Lavtryksmaskine er tillige altid en Kondensationsmaskine, medens en Højtryksmaskine kan arbejde med eller uden Fortætter, med eller uden Expansion.

Som Prøve paa Kondensationsmaskinerne har allerede været afbildet Watts dobbeltvirkende Maskine (Fig. 19 og 20); at man kan lade den virke med eller uden Expansion, følger af sig selv. Som Expempel paa Maskinerne uden Fortætter er en med lodretstaaende Cylinder afbildet i Figur 32; en anden, hvis Cylinder ligger vandret, vil blive omtalt og afbildet nedenfor.

Hvad angaar Valget mellem enkeltvirkende og dobbeltvirkende Maskiner, da er det øjensynligt, at den første kun lader sig benytte, hvor man kan nøjes med en Bevægelse, der kommer stødvis og ikke jevnt. Dette er f. Ex. Tilfældet, hvor det gjælder Udpumpninger eller Vandværksbassinernes Fyldning; der er den god, og der benyttes den endnu den Dag idag. Det fortjener saaledes at fremhæves, at man i 1854 fandt sig foranlediget til i Paris at opsætte en Pumpe i Chaillot, der paa ganske faa Forandringer nær var konstrueret som den gamle „Ildpumpe i Chaillot“, som blev opstillet 1775 og da vakte overordenlig Opsigt; Pumpen i Creusot drives ligeledes af en enkeltvirkende Maskine. Til at drive enkelte Værktøjsmaskiner i Maskinfabrikkerne, f. Ex. Damphammeren, betjener man sig ogsaa af den; ja man har endog for ikke endda saa mange Aar siden set et Forsøg paa at skaffe den Eneraadighed i Dampskibene. Seeward i London fandt nemlig først i Halvtredserne paa at sætte en enkeltvirkende Maskine ind i Skrueskibet The Wander; Maskinen var omtrent paa 1000 Hestes Kraft og arbejdede med 3 Cylindre. Han har dog imidlertid aldrig fundet Efterlignere. — Med Undtagelse af de enkelte her omtalte Anvendelser af den enkeltvirkende Maskine, benyttes ellers nu den dobbeltvirkende i alle Tilfælde.

Vil man nu spørge, under hvilke Forhold man blandt de dobbeltvirkende da skal vælge en Maskine med eller uden Fortætter, da afhænger det af flere Omstændigheder. Har man Plads nok, og har man tilstrækkelig Vand til at forsyne Fortætteren, da vil man vel i Reglen staa sig ved en Maskine med Fortætter. Er det en virkelig Lavtryksmaskine, da arbejder den ganske vist kun med indtil halvanden Atmosphæres Tryk; men gjør man Stemplet stort, vil man altid kunne faa Kraft nok. Mangler man derimod Plads, eller har man kun lidt Vand, da vælger man naturligvis Maskinen uden Fortætter, der jo især hvad Plads angaar er meget mindre fordringsfuld, end den anden; det er da netop ogsaa denne Egenskab, der i mange Tilfælde lader den faa Fortrinet.

Hvad Højtryksmaskinerne i det hele angaar, da har man troet, at de var farligere end de andre, og mange ere endnu af den Mening; dette er dog neppe ganske rigtigt, thi de statistiske Optegnelser om Kjedelexplosioner pege netop hen paa, at Lavtrykskjedlerne baade explodere oftere og med mere Voldsomhed end Højtrykskjedlerne; det sidste kan man ogsaa vel forklare sig deraf, at de arbejde med den store Mængde Vand, som under Explosionen gaar over i Dampform. At arbejde med meget højt Tryk uden samtidig at arbejde med Expansion, er ikke tilraadeligt; en saadan Maskine vilde være altfor bekostelig at holde i Gang.

Vil man se hen til den Maade, hvorpaa den retliniede Bevægelse, Stempelstangen har, omsættes i en Omdrejningsbevægelse, da kan man igjen klassificere Maskinerne anderledes. Man kan nemlig indordne enhver Maskine under et af to Hovedsystemer, uanset at de Maskiner, der da sættes i samme Klasse, igjen kunne være meget forskjellige.

Disse Systemer ere:

a, Balancemaskinerne,

b, Direkte virkende Maskiner.

Balancemaskinerne. — Disse Maskiner, der omsætte Bevægelsen ved en Balances Hjælp, ere enten enkeltvirkende eller dobbeltvirkende. For stationære Lavtryksmaskiner egner Balancekonstruktionen Figur 19 sig udmærket, da de forskjellige Pumper let lade sig anbringe paa den; større Woolfske Maskiner (Figur 34) indrettes ogsaa gjerne efter dette Princip; de to Stempelstænger forbindes da ved et Tværstykke, fra hvilket igjen en Stang gaar op til Balancen.

Det er da altsaa den wattske Konstruktion, der her er den typiske, og den har holdt sig i England, hvor disse monumentale Apparater fortrinsvis benyttes; de arbejde med stor Regelmæssighed, men fordre megen Plads.

Man har, i Modsætning til Maskinen Fig. 19—20, der bærer Balancen øverst, ogsaa indrettet sig saaledes, at Balancen er bleven lagt paa Siden eller vel endog ned under Maskinen; saadanne Maskiner, der hyppig anvendes paa Dampskibene, ville blive omtalte og afbildede senere.

Cylindrene staa altid lodret.

Direkte virkende Maskiner. — Det er enten Højtryks- eller Woolfske Maskiner; Bevægelsen omsættes uden Balance, og det igjen paa flere Maader, der hver giver sin Type. Disse ere:

1. Maskiner med lodretstaaende Cylinder. Baade Højtryksmaskinen og Høj- og Lavtryksmaskinen virke paa Krumtappen ved en Plejlstang som i Figur 31—32. De to Cylindre i Høj- og Lavtryksmaskinen staa ikke længer ved Siden af hinanden, men den ene ovenpaa den anden; deres Stempler ere da fæstede til samme Stempelstang, som gaar helt igjennem begge Cylindre.

Maskiner med lodret Cylinder ere meget bekvemme i saadanne Fabriker som Spinderier, Maskinfabriker o. s. v., hvor en Axel med Remskiver ligger under Loftet, og hvor de enkelte Værktøjsmaskiner drives fra denne Axel. Hvad

særlig Høj- og Lavtryksmaskinerne angaar, da har den Regelmæssighed, hvormed de arbejde, og den Besparelse, de give i Damp, skaffet dem en stor Yndest i mange Fabriker. I Væverierne og Spinderierne i Frankrig have de saa godt som fortrængt alle andre.

En Fabrikant i Lille, Legavrian, har endnu yderligere forbedret dem, idet han har sat en tredie Cylinder til de to, Maskinen allerede havde; han har derved drevet Besparelsen endnu videre og gjort Bevægelsen endnu mere blød end forhen. En Maskine af den Slags paa 40 Hestes Kraft var udstillet paa Pariserudstillingen 1855.

Maskinerne med lodret Cylinder have imidlertid, hvor gode de forresten ere, den i flere Tilfælde uheldige Egenskab, at de ikke let tillade Kraften at virke paa Værktøjsmaskinen uden igjennem Remme eller anden Forbindelse. Dette er en Omstændighed, der ofte gjør dem mindre skikkede til Anvendelse, og det er en af Grundene til, at man har søgt at lægge hele Maskinen paa Siden, derved gjøre den lettere tilgjængelig for Eftersyn, lettere at opstille, nemmere at haandtere og som sagt endnu mere direktevirkende i Henseende til, hvad den skal drive. Efter flere mer eller mindre varsomme Forsøg fik man at se, at det overmaade vel kunde gaa, og man kom da ind paa

2. Maskiner med liggende Cylinder, der tilmed ere mindre bekostelige. De indtage mere Plads i Retning af Længde, end de andre, og de lade sig ikke saa let indrette med Fortætter, men saa er det til Gjengjæld meget let at faa Expansion i Gang ved dem, hvilket gjør dem meget besparende i den daglige Drift.

Vi afbilde en saadan i Figur 78, som i BC viser Cylinderen, i A Damprøret og i D Glideren. Stempelstangen e styres af to Kulisser; den virker paa sædvanlig Maade (Figur 31) paa Plejlstangen E, der igjen sætter Axlen og Svinghjulet V i Bevægelse.

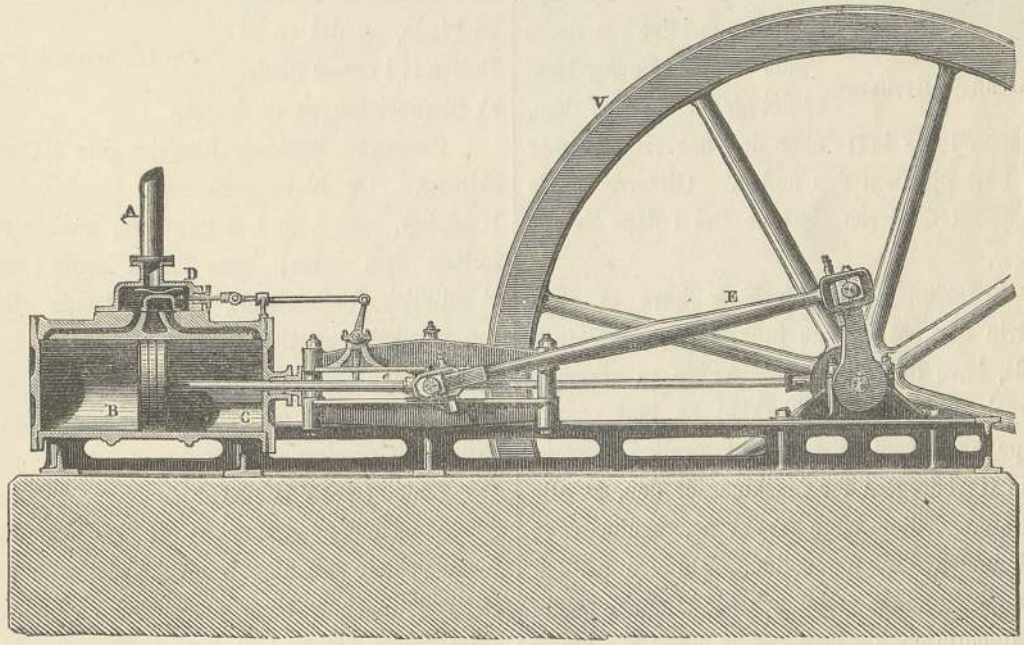


Fig. 78. Højtryksmaskine med liggende Cylinder.

Medens de sidste to Slags Maskiner begge benytte en til Stempelstangen fæstet Plejlstang, er dette ikke Tilfældet med

3. Maskinerne med svingende Cylinder, som skulle være foreslaaede af Watt, men dog først bragtes frem i England 1817 af

Manby, i Frankrig 1824 af Cavé. I dem er Stempelstangen fæstet umiddelbart paa Krumtappen, og den Sidebevægelse, Plejlstangen havde, er givet Cylinderen selv, saa at Stempelstangen trods Udelukkelsen af den forbindende Plejlstang dog kan bevæge sig i Retning af sin Længde.

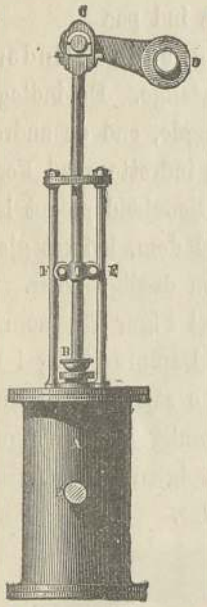


Fig. 79. Svingende Cylinder.

Hvorledes dette gaar til kan sees af Figur 79, i hvilken A er Cylinderen, der bæres af to Tappe E, omkring kvilke den kan svinge frem og tilbage. Stempelstangen, som i C er fæstet til Krumtappen, gaar damptæt gjennem Stoppebøssen B; den styres i sin Bevægelse af de to Stænger F, mod hvilke Friktionsrullerne ligge an. Da de to Tappe E ere de eneste Punkter af Cylinderen, som forblive paa deres Plads under Bevægelsen, er det gjennem en af dem, Dampen ledes ind; naar den har virket, gaar den bort gjennem den anden. Gliderne sidde fast paa Cylinderen og tage Del i dens Svingninger.

Endskjøndt disse Maskiner have et stort Fortrin deri, at de kun indtage en meget ringe Plads, have de paa den anden Side en væsenlig Mangel deri, at hele Trykket er lagt paa to Tappe, der ovenikjøbet ere bevægelige, medens ellers Hovedreglen for Maskiner er den, at alle de Punkter, der bære Trykkene, skulle være fuldkommen faste og solide. De ere af den Grund heller ikke lette at holde i Orden, fordre ofte Reparation, og benyttes da ogsaa kun under saadanne Omstændigheder, hvor Hensynet til Plads er en Hovedsag, f. Ex. paa Dampskibene. Vi ville ved Omtalen af Dampskibsmaskinerne faa Lejlighed til at komme tilbage til dem.

Af yngre Datum end de sidst beskrevne Maskiner ere

4. Trunkmaskinerne, for første Gang opstillede 1837 af Hamphry. I dem findes heller ingen Plejlstang, og endda er Cylinderen faststaaende, idet nemlig Stempelstangen har faaet Plads til sin Sidebevægelse i den saakaldte Trunk. Figur 80 viser skematisk, hvorledes dette er at forstaa. AB er Cylinderen, til hvis Stempel Trunken EGF, — et Rør, hvori Stempelstangen EG kan vugge frem og tilbage, — er befæstet; den gaar damptæt ud gjennem Cylinderens Bundflader. Stemplet er altsaa her ringformigt, og Dampen virker kun paa denne Ring. Inden i Røret er i Højde med Stemplet anbragt en Plade, og det er til Bolten G i denne Plade, at Stempelstangen er fæstet.

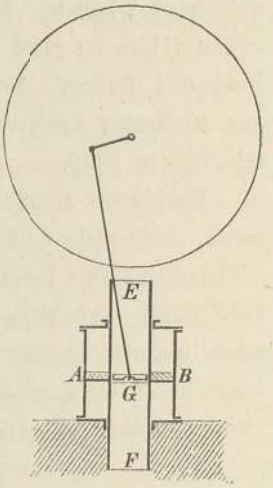


Fig. 80. Trunkmaskine.

Saadanne Maskiner benyttes ofte i Dampskibene. De bleve som sagt foreslaaede af Hamphry, men som han gav dem, maatte man forlade dem igjen; hans Trunk havde nemlig et elliptisk Gjennemsnit, hvilket baade gjorde den vanskelig at tildanne, vanskelig at tætte og tilmed udsatte den for at klemmes sammen. Først da Penn og Maudsley havde givet Trunken Cylinderform, kunde de bruges.

Endelig maa vi nævne

5. De rotatoriske Maskiner, der i deres Princip ere allersimplest, idet slet intet Mellemled her er tilstede mellem det virkende Element og Axlen. Vi have i Fig. 30 alt afbildet den af Watt foreslaaede Konstruktion, men skulle lige saa lidt her som der indlade os videre paa dem.

Som man af denne Oversigt over de forskjellige Maskiner har set, har der været et gjennemgaaende Princip for de Forandringer, Maskinen har lidt, og det har været, saameget som mulig at undgaa Mellemled, saavidt mulig at overføre Bevægelsen direkte uden Mellemkomst af Stænger og Balancer, for derved at spare baade Kraft og Penge, Kraft, forsaavidt som ethvert Legeme, der skal bevæges, fordrer Kraft for at sættes i Bevægelse, Penge, forsaavidt som enhver Simplifikation gjør Maskinen billigere. Men samtidig med dette, som kun vedrører Maskinen selv, har der i dens Anvendelse gaaet et ganske lignende Princip igjennem, og det har været, bestandig at stræbe hen til at indrette Maskinen saaledes, som det netop behøvedes for at opnaa det specielle Øjemed, der tilsigtedes. Maskinkonstruktørerne gaa ikke længer ind paa at konstruere Maskinerne efter en og samme Typus, de variere tvertimod Mekanismen efter det Arbejdes Behov, Maskinen skal udrette, og de forlange ikke af den, at den skal udrette mange forskjellige og ofte meget forskjellige Arbejder.

I Fabrikerne saa man forhen — og ser vel endnu, men der stræbes bort derfra — en enkelt Maskine, der overførte Bevægelsen paa en Mængde andre gjennem et kompliceret System af Axler med Remskiner, Tandhjul, Drev o. s. v. Dette havde et overordenligt Kraftspild til Følge, og det var af den Grund ofte nødvendigt at opstille meget store Maskiner af mange Hestes Kraft, selv om denne Kraft kun sjelden kom helt til Anvendelse, idet de mange Værktøjsmaskiner kun sjelden arbejdede samtidig allesammen. Dette var urimeligt; man burde indrette sig saaledes, at man i hvert Øjeblik fik den Kraft, man behøvede, og ikke tvinge sig til altid at have en stor Kraft, fordi det undertiden kunde hænde sig, at man behøvede den. Man stræber derfor bort derfra, man indretter sig saaledes, at man i Stedet for en eneste stor Maskine, fra hvilken Kraften udstraaler til alle, nu opstiller lige saa mange smaa Maskiner, som Værkstedet leverer Grupper af Fabrikationsgjenstande eller vel endog som det har Værktøjsmaskiner. En eneste Kjedel forsyner da gjennem Rørledninger disse mange Smaamaskiner med Damp, og Arbejderen behøver kun at dreje paa en Hane for at sætte den, han styrer, i Gang, i Stedet for som før at lægge Remme paa eller løse dem ud og saa, naar de vare løste ud, lade de tunge Axler gaa blindt med Remskiverne.

Nogle Exempler ville oplyse Meningen. Ved Oppumpning af Vand anbringer man over Brønden en Dampcylinder med Laaget nedad; Stempelstangen selv trækker da uden Remskivers eller andre Forbindelsesmidlers Mellemkomst alle Pumperne. I Maskinfabrikerne lader man paa samme Maade Stempelstangen selv gjennemhulle Pladerne, man lader den hamre de svære Blokke, og selve Kassen, som fører Blokkene frem og tilbage, føres af sin egen Maskine, der kun har den at trække. Hvor simpelt dette gaar til for Damphammerens Vedkommende kan sees af Figur 81, der viser Hammeren hængende i Stempelstangens Endepunkt. En Arbejder drejer paa en Hane, Dampen gaar da ind i Cylinderen under Stemplet og løfter den tunge Hammer, der ofte vejer 20—50 Tusinde Pund. Ved at dreje paa en anden Hane lader han igjen Dampen strømme ud, og nu falder den uhyre Jernmasse ved sin egen Vægt. Og denne store Masses Bevægelse kan saa endda reguleres saa nøje, at den kan bryde Skallen paa et Æg og dog lade være at knuse Ægget.

Et andet Princip, som fra Dag til Dag kjæmper sig mere frem, er Benyttelsen af store Hastigheder. Sagen er jo, som forhen vist, den, at Kraften afhænger ikke blot af Byrdens Størrelse og af den Vejlængde, Byrden gjennemløber, men ogsaa af den Tid, hvori Bevægelsen foregaar. Kan man bringe Bevægelsen til at foregaa hurtig, da bliver Kraften, alt andet lige,

større, og omvendt er den Kraft, der flytter en vis Vægt en vis Vej i en vis Tid ikke større end den, der flytter den halve Vægt den samme Vej i den halve Tid, men Hastigheden er i Arbejdskraft ud af dem, naar han lader dem gaa 4, 5, 6 ... Gange hurtigere.

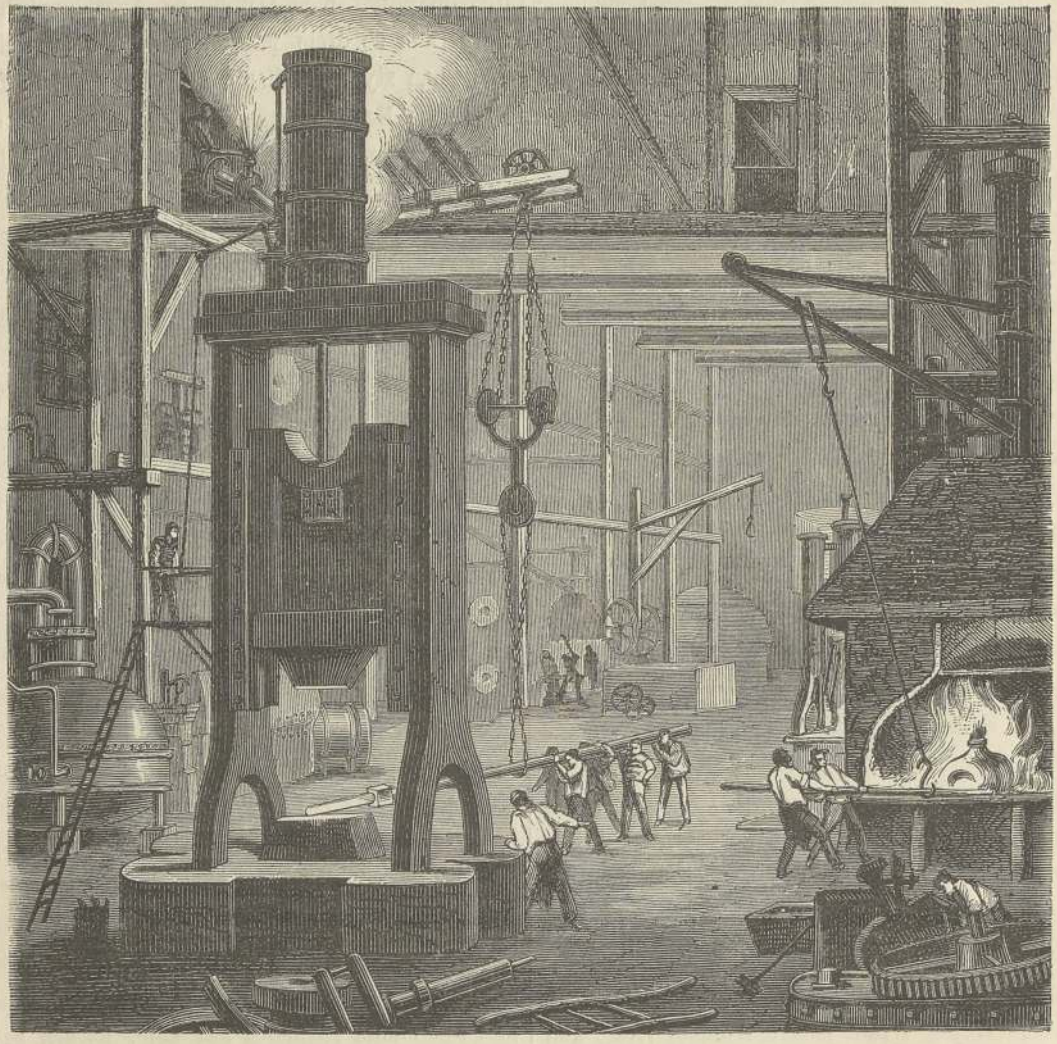


Fig. 81. Damphammeren.

sidste Tilfælde dobbelt saa stor, selve Trykket kun halv stort. Den Nødvendighed, der da saa ofte tvinger Fabrikanten til at indskrænke sin Maskines Dimensioner, har igjen affødt, at han lader den gaa med større Hastighed; han sparer derved i Plads uden at tabe i Kraft, han kan lade sine Maskiner konstruere 4, 5, 6 ... Gange mindre og dog faa den samme

Som bekjendt gaar Dampen efter at have virket enten ud i Luften eller til en Fortætter; i begge Tilfælde fører den en vis Mængde Varme bort med sig, som ikke bliver omsat i Arbejdskraft, i begge Tilfælde lider man altsaa et Tab. Dette Tab være nu bragt ned til saa ringe en Størrelse som det er muligt, det er der dog, Maskinen er dog ødsel, og det er

sandelig ikke lidt, der kastes bort, hvad man vil se af følgende Fremstilling.

Efter Skik i de engelske Bjergværker er nedenstaaende Tabel over de anførte Maskiners Arbejdskraft udkastet saaledes, at den angiver den Mængde Vand, Maskinen kan løfte 1 Fod, naar der er brændt 1 Bushel Kul (84—88 Pd.) under den.

Saverys	Maskine	1000	Tons
Newcomens	—	3500	—
Watts første	—	6000	—
Dobbeltvirkende	—	10000	—
Watts Maskine, som den nu er.....		15000	—
Med større Omhu..		21000	—
Cornwallmaskinen		41000—56000	Tons.

Udtage vi nu af denne Tabel Værdien for den aller bedste Maskine og reducere Angivelsen til 1 Pund Stenkul, saa kan den, medens den forbruger 1 Pund Kul, løfte 650 Tons 1 Fod højt, ɔ: arbejde med en Kraft, der svarer til circa 1,300,000 Fodpund. Nu udvikler imidlertid 1 Pund Stenkul ved Forbrænding mellem 6 og 7000 Varmeenheder, og hver Varmeenhed giver ifølge de mest paalidelige Forsøg, naar den omsættes i Arbejde, en Kraft af 2670 Fodpund; et Pund Stenkul skulde altsaa theoretisk talt indeholde en Arbejdskraft af mindst 6000 $\times$ 2670 = 16,020,000 Fodpund. Vore aller bedste Dampmaskiner give da, forudsat at de angivne Talstørrelser ere rigtige, kun en Nyttevirkning af circa $\frac{13}{160}$ ɔ: 8 Procent. Saverys Maskine gav heraf ikke engang mere end $\frac{1}{56}$, altsaa $\frac{1}{7}$ Procent.

Dette er beregnet i gunstigste Tilfælde; lad os endnu se et Exempel, der kan kontrolleres uden Forudsætning af en Tabel som ovenstaaende, der dog altid bliver mer eller mindre løs. Lad os tage en Maskine, som arbejder med 5 Atmosphærer uden Expansion og uden Fortætter. Damp af 5 Atmosphærer har ifølge Tabellen Side 37 en Varmegrad af 152,2 ° C., og Damp af den Varmegrad har igjen ifølge Tabellen Side 36 imellem 650 og 655 Varmeenheder i sig; den nøjagtige Værdi er 652,8. Vi antage nu, at den Damp, Maskinen sender ud i Luften, har 100 ° Varme, ɔ: indeholder 637,0 Varmeenheder, saa har den af ialt 652,8 Varmeenheder kun brugt 652,8 — 637,0 = 15,8 ɔ: ikke engang 3 Procent; over 97 Procent ere altsaa ikke komne til Nytte. Havde Maskinen arbejdet med Fortætter, og var Fortætningen dreven ned til $\frac{1}{4}$ Atmosphære, da var den forbrugte Damps Varmegrad og det dertil svarende Antal Varmeenheder henholdsvis 64,7 ° og 626,3 Varmeenheder; den benyttede i dette Tilfælde 652,8 — 626,3 = 26,5 af 652,8 ɔ: en Ubetydelighed mere end 4 Procent.

Disse Tal vise tydelig, hvor overordenlig lidt økonomiske Dampmaskinerne ere, hvor uhyre den Varme, som Dampen fører med sig ud af Cylinderen, og som aldeles ikke kommer til Nyttevirkning, er i Sammenligning med den, der afgiver Arbejde. At der er sket et stort Fremskridt fra Saverys Maskine til Cornwallmaskinerne, det er vist, men endnu er det jo ikke nok, endnu er Dampmaskinen jo ikke nær istand til i den Retning at konkurrere med de øvrige Kraftmaskiner, der gjøre Nyttevirkning med undertiden over $\frac{3}{4}$ af den Kraft, der sætter dem i Gang. Saa højt kan den heller aldrig komme, thi alene det uundgaaelige Varmetab, der ligger deri, at Brændselet blot for at komme i Brand maa varmes op til dets Antændelsestemperatur, vil altid trykke dens Nyttevirkning betydelig ned, og dertil kommer endnu mange andre lige saa uundgaaelige Kilder til Varmetab. Men Varmens Nyttevirkning maa ifølge theoretiske Undersøgelser kunne bringes op til 20—25 Procent ɔ: det tredobbelte af hvad den nu er i gunstigste Tilfælde, og der er da altsaa Anledning til at haabe, at man ad en eller anden Vej, mulig gjennem en hel Omvæltning af det bestaaende, kan naa om ikke just det hele ad Theoriens Vej fundne Resultat, saa dog i det mindste en stor Del deraf.

Det største Krafttab ved Dampmaskinerne ligger i det Varmeforbrug, som er nødvendigt for at forvandle Vandet til Damp (se Tabellen Side 36); det er da naturligvis ogsaa det, paa hvilket Dampphysikerne og Mekanikerne have rettet deres største Opmærksomhed. Der er i Virkeligheden fremkommen en Mængde Projekter, som gaa ud paa at benytte denne Varme, og vi skulle her give en kort Oversigt over de vigtigste, idet vi dog skynde os at tilføje, at intet af dem endnu har kunnet løse Problemet, væsenligst fordi den praktiske Udførelse er forbunden med saare mange Vanskeligheder. Hvorvidt det vil lykkes at besejre dem, kunne vi naturligvis ikke afgjøre; men vi nære dog den Tro, at Forbedringen vil lykkes om ikke just ad den Vej, man har betraadt, thi at slutte fra de Fremskridt, den mekaniske Varmetheories Udvikling alt har ført med sig, tør man vel nok vente, at den, yderligere bearbejdet, vil bringe endnu flere; den bliver det i hvert Tilfælde, som kommer til at løse Problemet.

I adskillige Fabriker benytter man den Varme, Spildedampen fra Dampmaskinen har, idet man lader den stryge ind under Beholdere, som den da opvarmer. Det er paa lignende Maade, man har villet se den anvendt ved Spørgsmaalet om Maskinens Forbedring; man har nemlig benyttet den til at lave ny Damp, som kom til at virke paa et nyt Stempel og derved hjalp med til at drive Maskinen. Sagen er jo nemlig, som vi ved, den, at naar en Vædske bringes i Kog under Luftens Tryk, da har dens Dampe 1 Atmosphæres Spændkraft, og det uafhængig af, hvad det er for en Vædske; det gjælder den, der koger ved en lav Varmegrad saavel som den, hvis Kogepunkt ligger højt. Bringer man da altsaa et flygtigt Legeme f. Ex. Spiritus i Kog, saa har dets Dampe lige saa stor Spænding som Vanddampe; men Spiritus koger ved en langt lavere Varmegrad, lader sig altsaa langt lettere bringe i Dampform. Det er nu just til at bringe et saadant flygtigt Legeme i Dampform, man har villet anvende Spildedampens Varme, og man har især haft tre Vædsker for Øje, som dertil skulde benyttes, nemlig Æther, Kloroform og Svovlkulstof, hvis Kogepunkter ere

Æther..... 34,9 ° C.
Svovlkulstof..... 46,6 —
Kloroform ..... 60,8 —

Methoden, som i Hovedtrækkene altid har været den samme, vil forstaaes ved en kort Beskrivelse af Du Tremblay's Æthermaskine, i hvilken Vanddampen først virker som Højtryksdamp med Expansion. Naar den har drevet Stemplet frem, gaar den derpaa bort gjennem eu stor Mængde smaa Metalrør, som ere anbragte i en Metalkasse, der indeholder en vis Mængde Æther; under denne Gjennemgang afkjøles den saameget, at den fortætter sig, og det varme Vand gaar nu tilbage til Kjedlen, som saaledes altid forsynes med destilleret Vand, hvilket er en stor Fordel, da man derved undgaar Kjedelsten. Ætheren, som er bragt i Kog af den Varme, Vanddampen har afgivet, avler altsaa Damp i Kassen, og det er denne Damp, der gaar over i en ny Cylinder, og der driver et Stempel paa sædvanlig Maade. Naar den har virket, sætter Glideren Damprummet i Forbindelse med et andet System af Metalrør, der ligesom de første gjennemkrydse en Metalkasse, som derimod nu er fyldt med koldt Vand; Ætherdampene blive derved fortættede, og den gjenvundne Æther pumpes af en af Maskinen selv dreven Pumpe hen i den oprindelige Ætherkjedel, hvorfra det samme Kredsløb begynder igjen. Der forsikres, at man ved at arbejde med en saadan Maskine, der udretter samme Arbejde som en almindelig Højtryksmaskine med Fortætter, skal kunne spare 50 pCt. Brændsel.

Du Tremblay's Æthersystem er virkelig bleven prøvet i det praktiske Liv, og det endog under store Forhold, idet man har anvendt det i Transportskibe paa 350 Hestes Kraft, ja endog

i et transatlantisk Fartøj paa 600 Heste foruden i mindre Skibs- og Fabriksmaskiner. At dette ikke er gaaet af uden Uheld var ikke andet, end hvad man kunde vente ved Benyttelsen af en saa brandfarlig Vædske, som Æther er, og som tilmed har den overordenlig uheldige Egenskab at angribe Metaldelene og derved foraarsage Lækager; et Paketskib, der benyttede den, brændte i rum Sø.

Det var dette Hensyn, der i 1862 foranledigede Lafont, Officer i den franske Marine, til at benytte Kloroform; han fik en Maskine paa 20 Hestes Kraft i Gang i Lorient, og den gik saa tilfredsstillende i flere Aar, at Regjeringen besluttede at gjøre Forsøg i det store. Dampskibet Galilæi, 125 Hestes Kraft, forsynedes i den Anledning i 1866 med en saadan Maskine, men Methoden er ikke trængt igjennem.

Af Tabellen Side 37 vil man have set, at Vanddampenes Spændkraft voxer i et langt stærkere Forhold end Varmegraden, at altsaa Damp af en vis Spænding ved en forholdsvis meget ringe yderligere Opvarmning faar en Spændkraft, som er særdelig betydelig. Dette sees endnu lettere af følgende Tabel, der direkte angiver det Antal Varmegrader, man yderligere maa opvarme Damp af en vis Spænding, for at faa dens Spændkraft forøget med 1 Atmosphære.

For at faa Spændkraften til at voxe:	maa Temperaturen forøges med:
fra 1 til 2 Atmosphærer	20,6 ° C.
- 2 - 3 —	13,3 —
- 3 - 4 —	10,1 —
- 4 - 5 —	8,2 —
- 5 - 6 —	7,0 —
- 6 - 7 —	6,1 —
- 7 - 8 —	5,9 —
- 8 - 9 —	5,6 —
- 9 - 10 —	4,5 —

Man ser deraf, hvorledes Temperaturdifferenserne bestandig aftage, hvor ringe Udgift til Brændsel man altsaa behøver at ofre for atter at give den Damp, som har virket i Maskinen, sin oprindelige Spændkraft. En overordenlig betydelig Besparelse vilde altsaa være indført, naar man i Stedet for at fortætte Dampen eller kaste den ud i Luften fandt paa at give den den oprindelige Varmegrad.

Det er denne Betragtning, der ligger til Grund for en hel anden Række af Forsøg paa Dampmaskinens Forbedring, som især Seguin og Siemens have givet sig af med. De ere næsten samtidige, forsaavidt Seguin først i 1855 foreviste Akademiet Resultatet af de Anstrængelser, han havde gjort sig lige fra 1838, og Siemens i 1855 lod en efter dette Princip konstrueret Maskine paa 40 Hestes Kraft udstille paa Pariserudstillingen. Siemens Maskine havde følgende Indretning.

Ved Siden af den egenlige Dampcylinder staa to mindre Cylindre, hver med sit Stempel, og den Damp, som har virket ovenfra paa Stemplet i den store Cylinder, gaar derfra gjennem en Kanal, som indeholder en stor Mængde Metalplader, mellem hvis Mellemrum den maa stryge, over i den ene af de smaa Cylindre, som varmes op nedenfra af Flammen fra en Ovn; den anden af de smaa Cylindre modtager paa samme Maade den Damp, som har trykket Stemplet opad. Dampen opvarmes nu i de smaa Cylindre saameget, at dens Spændkraft bliver 5 Atmosphærer, men denne Spænding reduceres under Maskinens Gang igjen til 1 Atmosphære, idet noget af Varmen tabes ved Afkjøling gjennem Metalpladerne, og Resten ved den Rumfangsforøgelse, Dampen faar, naar den trænger ind i den store Cylinder, hvis Stempel er 4 Gange saa stort som Stemplet i hver af de smaa. Der arbejdes altsaa med to forskjellige fra hinanden afspærrede Dampmængder, der altid blive de samme, og Kraften hidrører fra disse Dampmængders afvexlende Afkjøling og Opvarmning og den deraf følgende Afvexling i Spændkraft. At de tre Stempler kunne overføre deres Bevægelse paa samme Axel er indlysende.

Den, som kjender Ericssons eller Franchots Varmluftsmaskiner, vil se Ligheden mellem dem og Siemens; de to første benytte bestandig samme Mængde Luft, Siemens samme Mængde Damp, alle tre virke de ved Forandringer i Temperatur og deraf følgende Forandringer i Tryk, og i dem alle er anvendt et System af Metalplader, som den varme Luft stryger igjennem.

Endnu en tredie Række Forsøg have vi at omtale, nemlig dem, som gaa ud paa sammen med den almindelige Damp at anvende overhedet Damp, hvorved en dobbelt Fordel skal opnaaes, nemlig baade at forvandle det af Dampen fra Kjedlen mekanisk medrevne Vand til Damp og ved Temperaturforøgelsen at gjøre Dampens Spændkraft større. Dampmaskinens Arbejdskraft er jo nemlig — som man af Beregningen Side 100 vil se — ligefrem proportional med Spændingen af den Damp, der driver den; kan man da altsaa ved Overhedning faa Dampens Spændkraft forøget til det 2, $2\frac{1}{2}$, 3 ... dobbelte, saa bliver Maskinens Kraft 2, $2\frac{1}{2}$, 3 ... Gange saa stor. Men dertil kommer endnu en væsenlig Omstændighed, nemlig den, at medens almindelig Damp ved at udvide sig vil fortættes, saafremt der ikke tilføres den Varme, saa vil dette ikke finde Sted, naar man anvender overhedet Damp, fordi den iforvejen har faaet et Overskud af Varme, som forbruges ved den siden indtrædende Expansion.

At benytte overhedet Damp har været forsøgt af adskillige, men ingen synes i den Retning at have drevet det til noget paaagtelsesværdigt uden de to Amerikanere Wethered, som gaa frem paa følgende Maade.

Deres Kjedel er en Rørkjedel ligesom Lokomotivkjedlen, men medens denne ligger ned, staar deres op; den er afdelt i to Rum, af hvilke det ene paa sædvanlig Maade afgiver Damp til Cylinderen, medens det andet sender den ind i et Slangerør, som er anbragt i Skorstenens nederste Parti og altsaa benytter Spildevarmen. Det er den Damp, som gaar igjennem dette Slangerør, der overhedes, og det til en Temperatur af imellem 3 og 4 hundrede Grader C.; den ledes derpaa ind i Gliderkassen, hvor den møder den almindelige Damp, og der blande de sig da i et saadant Forhold, at der paa hver Del almindelig Damp kommer tre Dele overhedet. Den almindelige Damp faar nu ved denne Blanding en Del af den andens Varme, hvorved ethvert Spor af medreven Fugtighed forvandles til Damp, og hvorved dens Spændkraft bliver større. Blandingen gaar derpaa som sædvanlig ind i Cylinderen gjennem Glideren og sætter Maskinen i Gang.

Som man af de aller første Blade i denne Bog har set, er det ikke hos en enkelt Nation, de første Forsøg over Dampkraft træde frem og saa siden holde sig der; det er derimod snart hist snart her, uden Forbindelse indbyrdes og uden at man ser Grundlaget. Efterat derimod først et videnskabeligt Princip er slaaet fast, og det nu i Grunden kun drejer sig om at føre dette frem paa den teknisk talt mest hensigtsmæssige Maade, saa er det England, der giver Tonen an; England griber Tanken med beundringsværdig Iver og fører den ud i Livet med forbavsende Dygtighed. Det er da heller ikke til at undres over, at Engelskmændene ere stolte af de Landsmænd, som have vist Vejen; det er en berettiget Stolthed, og det er en Triumph for den engelske praktiske Dygtighed, at det var saadan. Fra dem kom Sagen i Gang, og de sad længe alene inde med den og havde saa godt som udelukkende Maskinbygningen i Hænde. Det er jo allerede bleven omtalt, at de wattske Maskiner udbredte sig i betydelig Mængde over Landet, og det er anført, at Fabriken i Soho var et Valfartssted for Mekanikerne, som derfra hjembragte Maskinerne til de forskjellige Lande. At denne hurtige Udvikling blev ved, og at Udbredelsen som Følge af alle de for Dampdrift gunstige

Betingelser, England har, maatte blive storartet, det ligger jo nær nok. Det har da ogsaa været Tilfældet; England havde i 1855 Maskiner paa ialt 2½ Million Hestes Kraft; i 1864 var dette Beløb steget til omtrent 7 Millioner, og den kan vel nu anslaaes til mindst 9 Millioner Hestes Kraft.

Men var end Maskinproduktionen overhovedet allerede i Watts Tid betydelig, saa var det dog først efterat Højtryksmaskinen var ført til Europa, og efterat navnlig Expansionsprincipet var trængt igjennem, at Benyttelsen af Dampmaskinerne tog til i en overordenlig Grad, og Slutningen af Tyverne danner vel igjen den Tid, da Maskinen ikke blot gik frem med størst Hurtighed, men da ogsaa de andre Lande søgte at komme med paa Englands Bekostning. Det er navnlig Frankrig, Tyskland og Amerika, der kan være Tale om som Englands Konkurrenter, og det Dag for Dag farligere Konkurrenter, der ikke blot hale ind paa det, men vel endog have naaet det og ere i Begreb med at overfløje det, og det igjen, fordi England har holdt sig mærkværdig konservativt. Englænderne have bevaret Traditionen fra Watts Tid, de holde med Iver paa den, og det er som om de forsmaaede at tilegne sig de videnskabelige Hjælpemidler for Maskinfaget, som navnlig Franskmændene og Tyskerne have forstaaet at gjøre sig saa fortrinlig nyttige. Betegnende er det saaledes, at den eneste engelske Maskine, der var mødt paa Pariserudstillingen 1855, en Maskine fra den alt omtalte Fairbairn i Manchester, i alle Henseender var fuldstændig efter Watts Mønster; der var ikke en eneste væsenlig Nyhed eller Forbedring paa den.

Hvor hurtig Udviklingen nu igjen gik i de forskjellige Lande, var naturligvis forskjelligt eftersom Trangen var mer eller mindre stor. For Frankrigs Vedkommende skete Begyndelsen, som forhen anført med den Maskine, Périer bragte hjem 1775; den var til langt op i Halvfemserne den eneste, som gjorde Tjeneste i hele Landet*) og endnu under det første Kejserdømme fabrikeredes der kun ganske enkelte Maskiner i Landet selv. Først efter Restaurationen begyndte man at faa større Maskinværksteder, der kunde paatage sig Leverancerne, blandt disse det i 1825 af Cavé grundlagte og nu meget betydelige Etablissement, fra hvilket omtrent en Sjettedel af alle Landets i 1864 bestaaende Maskiner vare udgaaede. Men Udviklingen gik dog kun langsomt for sig, og det var først efter 1832, man begyndte at konstruere større Maskiner; paa Udstillingen 1834 var kun en eneste. I 1852 fandtes der i Frankrig 6080 Maskiner paa lidt over 75000 Hestes Kraft; 1863 var dette Antal steget til omtrent det firdobbelte — 22,513 med 615,000 Hestes Kraft.

For Tysklands Vedkommende indførtes naturligvis de første Maskiner ogsaa fra England, og engelsk Indflydelse gjorde sig ogsaa der længe gjældende, indtil Maskinfabrikerne blomstrede op, kulminerende i Borsig's Lokomotivfabrik i Berlin, der har vundet sig europæisk Anerkjendelse. Et Par Tal ville for Preussens Vedkommende tjene til Belysning af Fremgangen. I 1837 fandtes i Preussen ialt 423 Maskiner med 7514 Hestes Kraft; 1846 var dette steget til 1491 med 41,130 Heste, 1855 til 4085 med 161,774 Heste og 1862 til 8653 med 365,707 Heste.

Hos os vare vi overmaade langsomme til at tage de nye Bevægeappater i Brug; deres Nytte blev anerkjendt, men bryde med det gamle trykkede man sig ved. Det er saaledes ganske betegnende, at man endnu i 1826 kunde komme med det Ræsonnement, „at hvor Heste passe til Fabrikernes Drift, der anvendes de fordelagtigere end Dampmaskinerne"; men man maatte dog indrømme, at efterhaanden som de Modstande, der skulle overvindes, blive større, „ere Dampmaskinerne mere og mere nødvendige

*) En anden, meget lille, Maskine stod ubenyttet hen i hans Værksted.

og blive tilsidst uundværlige, hvor Vandet fattes, og Vinden ej kan bruges." Og medens Dampmaskinen andetsteds stedse mere fortrængte Hestekraften, gav man sig her ivrigt af med at konstruere nye Hestegange.

1784 skal den første Dampmaskine være kommen hertil; den benyttedes til at drive Hammeren i Ankersmedværkstederne paa Holmen. Den første af nogen Dansk forfærdiget Maskine kom hertil i 1826 fra Magdeburg, hvor O. J. Winstrup havde kjøbt en Maskinfabrik 1825; det var en wattsk Lavtryksmaskine paa 1½ Hestes Kraft, som brugtes til at knuse Malten i et Bryggeri. Den første Dampmaskine endelig, som forfærdigedes her i Landet, var den 4 Hestes Maskine, som i 1828 fabrikeredes i Kjøbenhavn af v. Würden til Brug for en Oliemølle, og endnu i 1834 var den af samme v. Würden, der da var Mekaniker paa Frederiksværk, til Kobbervalseværket dersteds byggede Maskine paa 20 Hestes Kraft den største herhjemme fremkomne. I 1839 var her i det hele kun 23 Fabriksdampmaskiner paa ialt 384½ Hestes Kraft, af hvilke de 10 paa 114 Hestes Kraft vare forfærdigede her hjemme. Samtidig var her 6 i Kongeriget hjemmehørende Dampskibe i Gang paa ialt 322 Hestes Kraft, saa at der dengang ialt fandtes 29 Dampmaskiner med 670½ Hestes Kraft her i Landet*). Paa Udstillingen i Kjøbenhavn 1852 fandtes der fra Kongeriget ialt 3 Dampmaskiner paa henholdsvis 10, 6 og 4 Hestes Kraft; paa den sidste Udstilling var Antallet steget til 14 Maskiner med ialt 118½ Hestes Kraft, 5 Lokomobiler med 31 Heste og et Lokomotiv foruden 1 ikke indiceret Lokomobil og 2 ikke indicerede Dampmaskiner. Hvad de enkelte Maskiners Hestekræfter angaar, vare 2 paa 25 Heste, 1 paa 20, 4 paa 8, 4 paa 6, 3 paa 4, 3 paa 3, 1 paa 2 og 1 paa ½ Hestes Kraft.

*) Forfatteren havde meget ønsket her at kunne give en fuldstændig Liste over Antallet af de hvert Aar brugte Dampmaskiner og deres Hestekræfter, saaledes som han for Dampskibenes Vedkommende er istand til at give det. Det dertil fornødne Materiale foreligger imidlertid mærkelig nok ikke; der haves ingen Offenliggjørelse af Antallet af de i dette Øjeblik her i Landet benyttede Fabriksmaskiner og Lokomobiler.

Selve Dampmaskinens Størrelse er naturligvis voxet betydelig samtidig med Forbedringerne ved den. Medens man saaledes til at begynde med ansaa en Maskine paa 100 Hestes Kraft for et Vidunder af Størrelse, undrer man sig nu ikke over Maskiner paa 5, 6, 7 hundrede ja endnu flere Hestes Kraft. Hvad særlig de enkeltvirkende Udpumpningsmaskiner angaar, da møde de med overmaade store Maskindele, naar de ere bestemte til at udvikle en nogenlunde betydelig Kraft. Gruben Bleiberg ved Moresnet i Belgien har f. Ex. to at opvise, hvis Cylindre holde 105 Tommer i Gjennemsnit, 10 Fod i Højde; de drives af Damp paa 3½ Atmosphæres Spændkraft (Expansion til det 4—5 dobbelte) og sætte Minepumper med over 3 Fods Stempler i Bevægelse. Særdeles store Maskiner benyttedes ved Udtørring af Harlemerhavet. Der var tre i Arbejde, alle med woolfske Cylindre, hvis Tværlinie var 7 og 12 Fod; hver Maskine arbejdede med fra 350 til 500 Hestes Kraft (afhængig af Expansionsgraden) og løftede i hvert Slag en Pumpe paa 63 og 73 Tommers Diameter og 10 Fods Stempelslag, som igjen drev 2135 Kubikfod Vand 16 Fod op. Man begyndte paa Arbejdet i 1842 og var 10 Aar om at faa det fuldført; der var da i det hele udpumpet 260 Milliarder Kubikfod Vand og lagt 45,000 Acres Land tørt. — Det engelske Kæmpedampskib Leviathan har til at drive sine Hjul en Dampmaskine med 4 Cylindre paa 74 Tommers Tværlinie og 14 Fods Stempelslag, og til at drive Skruen ligeledes en Maskine med 4 Cylindre, der hver er 84 Tommer i Diameter og 4 Fod lang; tilsammen arbejde disse Maskiner med 4500 Hestes Kraft.

Vil man nu endelig gjøre sig en Forestilling om, hvormegen Kraft alle Dampmaskiner paa hele Jorden udvikle, da foreligger der en enkelt Opgjørelse fra 1864, ifølge hvilken den dengang ansloges til mellem 15 og 20 Millioner Hestes Kraft; for Øjeblikket kan man da vel nok sætte Beløbet til mellem 20 og 25 Millioner Hestes Kraft, en Størrelse, som det er vanskeligt at gjøre sig et rigtigt Begreb om. Som Sammenligning turde dog følgende tjene.

Antager man, at Rhinen i hele sit Løb fører samme Vandmængde som i Overrhinen, hvor den gjennemsnitlig er 4000 Kubikfod i Sekundet, saa er dens Arbejdskraft regnet fra Bodensøen, der ligger 1200 Fod over Havet, til dens Udløb 620,000 Hestes Kraft, ɔ: ikke mere end omtrent $\frac{1}{35}$ af den Kraft, Jordens Dampmaskiner ere i Besiddelse af. Ulige mægtigere er derimod Vandkraften ved Niagarafaldet; selve Faldet har en Højde af 133 Fod, Strømmen, der fører til Faldet, et Fald paa 200 Fod, saa at hele Niveauforskjellen beløber sig til 333 Fod. Igjennem denne Højde falder gjennemsnitlig 1020 Millioner Kubikfod Vand i Timen, saa at Strømmens hele Arbejdskraft maa anslaaes til circa 12 Millioner Hestes Kraft, hvilket er godt Halvparten af Dampmaskinernes Kraft. Arbejdede nu altsaa Niagarafaldet med en Nyttevirkning af 50 pCt., saa vilde det dog kun give noget over en Fjerdedel af den Kraft, Dampmaskinerne give, naar de arbejde uafbrudt Dag og Nat.

DAMPSKIBENE.

FØRSTE KAPITEL.

FØRSTE FORSØG I RETNING AF DAMPSEJLADS. — BLASCO de GARAY. — PAPIN. — SAVERY. — JONATHAN HULLS. DANIEL BERNOUILLI HÆVDER MUSKELKRAFT FREMFOR DAMPKRAFT; MODSIGES AF GAUTHIER. — GENEVOIS's PALMIPEDE. — FRUGTESLØSE FORSØG AF d'AUXIRON OG FOLLENAI. — PÉRIER. — JOUFFROY d'ABBANS BEGYNDER SINE FORSØG MED PALMIPEDEN. — OVERVINDER VANSKELIGHEDERNE. — SEJLADS PAA SAONEN.

Der har i Begyndelsen af denne Bog allerede et Par Gange været Tale om Sejlads ved Hjælp af Dampkraft, ja, som det vil erindres, skal jo Dampdriften — bortset fra Oldtidens Forsøg — endogsaa begynde med Dampsejlads. Dette ser for saavidt meget smukt ud, som man vel kunde tænke sig, at Trangen til en Bevægekraft maatte føles langt haardere tilsøs end tillands, hvor man foruden Muskel- og Vindkraft endnu havde Vandkraften. Men nærmere betragtet vil man dog vel let blive enig med os i, at den hele Fortælling om Blasco de Garays Krav paa at have været den første, der sejlede med Damp, ser ikke saa ganske lidt mistænkelig ud, og at man, efter det Kjendskab til Videnskabens Udvikling, som den foregaaende Skildring har givet, maa være berettiget til at antage, at den Kjedel, som Dokumentet, der beretter Historien, udtrykkelig omtaler, selv om den har haft med det virkende Maskineri at gjøre, i ethvert Tilfælde ikke har kunnet spille samme Rolle der som ved Dampmaskinen, og at Damp ikke paa den Maade har kunnet afgive Bevægekraften, som det sker i Dampmaskinen. Det være nu da ogsaa som det være vil, Garay har ialfald ikke bragt Sagen fremad, hans Forsøg have været uden al Betydning for Efterverdenen, og det er sikkert, at man maa gaa halvandet hundrede Aar længere frem i Tiden, før man træffer Tanken alvorlig fremsat, og endnu længere før man ser alvorlige Forsøg paa dens Realisation.

Det vil jo nemlig erindres, at Papin i sin Afhandling fra 1690, foruden at beskrive et af ham selv opfundet Dampapparat, udførlig udtalte sig om dette Apparats Anvendelse til at drive Skibe frem mod Strøm og Vind og hvilke Fordele, han ventede sig deraf. At Projektet imidlertid ikke endnu kom frem i Praxis, har man set; han fik jo nemlig først en Baad istand i 1707, da han var bleven gjort bekjendt med Saverys Maskine. Hvorledes dette gik til, og hvad han i den Anledning led, det er forhen omtalt.

Ogsaa Savery skal have omgaaedes med den Tanke at benytte Dampkraften til at drive Skibe frem; men som man fra Bekjendtskabet til hans Maskine kunde vente, kom han aldrig til at udføre Tanken. Saalænge det nemlig kun gjaldt at pumpe Vand op, arbejdede Maskinen godt nok, men hvor var det vel muligt at faa den til at afgive Bevægekraft paa anden Maade, end den netop gjorde?

Spørgsmaalet var imidlertid rejst, og Sagen

var jo i sig selv saa vigtig, at det ikke er til at undres over, at ethvert nyt Middel til at skaffe Bevægelse, som kom frem, strax forsøgtes anvendt paa den. Man vil da ogsaa faa at se, at der samtidig med Forsøgene til Dampmaskinens Forbedring, eller vel rettere lige i Hælene paa dem, følger en anden Række Prøver, som gaa ud paa Anvendelse i Skibsfartens Tjeneste; og som man kunde vente, saaledes er det gaaet, det afgjørende Forsøg, Fultons første Dampfart, kom ikke frem, førend Watt havde overvundet Vanskelighederne ved Maskinen selv. Dampskibsfartens Historie falder da saa nøje sammen med Dampmaskinens Historie, at den, der vilde skildre Begivenhederne, som de ere skredne frem Aar for Aar, blev nødt til hvert Øjeblik at afbryde sin Fremstilling om Dampmaskinen for at indflette Bemærkninger om Sejladsen og omvendt, og var det saa, at Forsøgene med Dampbaadene havde kastet noget nyt af sig, som fik Betydning for Dampmaskinens Udvikling, saa vilde man være nødt til at gaa frem paa den Maade. Men saadan er det ikke gaaet til; det er bestandig Maskinen selv, som er gaaet forud, den har udviklet sig uafhængig af de Mænds Arbejder, der have givet sig af med dens Anvendelse tilsøs, og derfor have vi i vor foregaaende Fremstilling aldeles ikke taget Hensyn til dem. Her skulle vi da nu give en Oversigt over disse Arbejder.

Saasnart Newcomens Maskine havde vist, at den duede til noget i Bjergværkerne, fik Jonathan Hulls, en engelsk Mekaniker, den Tanke at benytte den til Bugsertjeneste. Han indsaa, at hvis det skulde kunne gaa, maatte Balancens op- og nedadgaaende Bevægelse omsættes i en roterende, og han søgte at løse dette Problem ved at lade Balancens Endepunkt virke paa en Krumtap, som saa igjen ved Hjælp af Remme skulde overføre Bevægelsen paa et Skovlhjul. I 1736 lod han sig sin Ide patentere og søgte at faa Admiralitetet til at gaa ind paa Sagen, men uden Held. Hans hele Opstilling var i Virkeligheden ogsaa af en saadan Art, at den aldrig kunde blive praktisk anvendelig. Et eneste Hjul sad agter i Baaden, og det blev som sagt drevet rundt ved Hjælp af Remme og Remskiver. Maskinen, der som Landmaskine vel arbejdede med ikke ringe Kraft, men derimod lod meget tilbage at ønske, hvad Bevægelsens Regelmæssighed angik, gav paa Grund af det nye Mellemled Hjulet en endnu langt mere uregelmæssig Bevægelse end Pumperne, og dertil kom endelig, at Baaden maatte føre en uforholdsmæssig stor Last af Kul med sig, saasom Kjedlen jo ikke lod sig nøje med lidt Brændsel. Der kom derfor aldrig noget ud af Projektet, den hele Ide blev lige saa hurtig opgivet, som den var kommen frem.

Saadan stod Sagerne da i Aarhundredets Midte; det var saa langt fra, at der var gjort Fremgang, at det modsatte tvertimod var Tilfældet, og det tegnede ingenlunde godt for Fremtiden, idet der fra en saadan Autoritet som det franske Akademi kom en offenlig Tilkjendegivelse af, at det vedkjendte sig den Mening, at Dampsejlads, som Forholdene da vare, slet ikke lod sig bringe i Udførelse med Haab om nogensomhelst Fordel. Hvorledes dette gik til ville vi lettest kunne vise ved at gjøre et Par Bemærkninger om de Midler, man overhovedet havde til at drive Skibe frem.

Man gik gjennem Middelalderen over i den nyere Tid med ganske de samme Principer for Sejlads som i Oldtiden: Sejlføring, Aarer og, hvad maaske er de fleste ubekjendt, Skovlhjul. At Sejlene naturligvis var de vigtigste, er indlysende; de andre Midler til Skibenes Fremdrivning skulde kun benyttes som Hjælp, naar Vinden ikke var stærk nok til at drive Skibet frem. Til Aarernes Betjening hørte der selvfølgelig for større Skibes Vedkommende et meget betydeligt Mandskab, som rekruteredes fra Fængslerne, de saakaldte Galejslaver*); til Betjening

*) Galejen var et Slags lavt Fartøj af lignende Form som Galeasen; Galejslaverne, der hos Tyrkerne vare fangne

af Skovlhjulene — eller maaske rettere omdrejende Aarer, som de kaldtes, fordi det egenlig var korte Aarer, der stilledes sammen som Radier fra et fælles Centrum — skal man derimod i visse Tilfælde have benyttet Oxer. Det være nu imidlertid som det vil, at anvende Skovlhjul var ikke, hvad man maaske har tænkt, en Opfindelse af Papin; man havde endog netop kort før hans Anvendelse af dem set en stor Mængde Forsøg anstillede med dem i Havnene ved Havre og Marseille, og disse Forsøg havde vakt en overordenlig Opsigt i Frankrig og bragt adskillige til at tænke over Sagen, ja en Memoire om dette Spørgsmaal var endog bleven indsendt til Akademiet. Det var denne Omstændighed, der bevægede dette til at udsætte som Prisopgave det Spørgsmaal, ved hvilke Midler, man kunde understøtte Vindens Kraft til at drive Skibe frem, og som man let indser, laa jo Spørgsmaalet om Dampsejlads indirekte deri. En Del Memoirer indkom; af dem vandt Daniel Bernouilli's Prisen.

Bernouilli gjennemgik en for en de Bevægekræfter, man havde til sin Raadighed, og kom til det Resultat, at Dampkraft ikke egnede sig for den forlangte Anvendelse; med de Maskiner, man endnu havde, vilde man ikke opnaa bedre Resultat end med Aarer. Han beviste nemlig, at selv en saa kraftig Dampmaskine, som den store newcomenske Maskine i London, der arbejdede med 20—25 Hestes Kraft, ikke vilde kunne drive et Skib frem med større Hastighed end omtrent 4 Fod i Sekundet eller omtrent $\frac{3}{5}$ Mil i Timen, hvordan man saa end lod den virke til Bevægelse. Derfor skulde man holde sig til Muskelkraften, og han foreslog et nyt mekanisk System, der virkede efter samme Princip som den nuværende Dampskibsskrue, til at afløse Aarerne. Endskjøndt der jo nu naturligvis ingen Tvivil er om, at den udmærkede Lærde havde fuldkommen Ret i sin Paastand om Dampmaskinens Ubrugelighed tilsøs i den Skikkelse, den da havde, fortjener dog nok en anden Anskuelse, som fremkom i samme Anledning som hans, derfor ikke at blive ubemærket. Fra en anden af Deltagerne i Konkurrencen, Abbed Gauthier, fremsattes nemlig den stik modsatte Paastand, at Dampkraft netop var det eneste, der kunde være Tale om. At Gauthiers Anskuelse rigtignok hvilede paa en Forudsætning, som i det Øjeblik ikke fandtes opfyldt, nemlig at Newcomens Maskine skulde kunne bringes til at give et Par paa Skibets Sider anbragte Skovlhjul en regelmæssig Omdrejningsbevægelse, det er vel sandt; men for os, som have set, at en saadan Bevægelse siden lod sig skaffe tilveje, turde hans Afhandling have en langt større Interesse end hans prisbelønnede Konkurrents. Da den tilmed giver et tro Billede af flere af den Tids Forhold, tage vi ikke i Betænkning at give et Uddrag af den.

Forfatteren begynder med at omtale den ringe Hastighed, man ved Muskelkraft (Aarer) er istand til at meddele Galejerne; „omhyggelige Iagttagelser have vist, at en Galej med 26 Aarer paa hver Side og 260 Mands Besætning ikke løber mere end omtrent 14,000 Fod i Timen. Da en saa bekostelig Arbejdskraft altsaa ikke kan give et stort Skib nogen synderlig Hastighed, saa var det at ønske, at man under Vindstille kunde benytte et andet Princip for Bevægelsen.

De Ildaarer, jeg foreslaar, vilde frembyde flere Fordele:

1, kunde de gaa baade Morgen og Aften

Christne, hos de Christne Forbrydere, maatte lænkede til Roerbænkene ro disse ofte meget haardt ladede og altid meget tunge Fartøjer fremad. At de have ydet virkelig Tjeneste kan man slutte sig til af en Forordning fra Carl IX (1564), der paalægger, at Galejstraffen ikke maa idømmes for et Tidsrum mindre end 10 Aar, „fordi det, da tre Aar gaa med til at oplære Slaverne i Tjenesten og vænne dem til Søen, vilde være meget urigtig at sende dem hjem just i det Øjeblik, de begynde at gjøre Staten Nytte.“ Ja den Trang, man havde til Roerkarle, gjorde endog, at Galejstraf blev tildømt, selv hvor den ellers ikke var bestemt. Colbert beordrede saaledes efter Befaling fra Ludvig XIV, at man skulde idømme Galejstraf det meste, man kunde, selv for saadanne Forbrydelser, der fortjente Døden.

uden at man havde Mandskab fornøden, medens man nu maa have mindst 400 Mand ombord, af hvilke Halvdelen arbejder, medens den anden Halvdel hviler sig; og saa gaar man endda kun langsomt fremad. Desuden kan kun faa Folk holde ud at arbejde ret længe ad Gangen, især naar det er varmt, og paa lange Rejser hænder det ofte, at Mandskabet angribes af Skjørbug og andre Sygdomme ... Betjente man sig derimod af Ildaarer, saa behøvede man ikke saa mange Folk, hvis Bespisning og øvrige Underhold koster meget.

2, kunde den Maskine, som drev Aarerne, desuden bruges til at sætte Skibets Pumper i Gang, til at lette Ankeret o. s. v. og ved Ilden kunde man koge Maden og skaffe Ventilation.

3, kunde Skibet faa en desto større Hastighed, jo større en Maskine, man anvendte...

Jeg foreslaar da at indsætte Ildmaskiner i Skibene, omtrent saadanne, som dem man bruger til at pumpe Vand ud af Minerne. Da saadanne Maskiner holde sig selv i Gang, behøves kun et Par Mand til at passe dem.

Man vil maaske indvende, at baade Maskinen selv og Brændet eller Kullene, hvad man nu bruger, tage megen Plads op; men dertil svarer jeg, at hvis man bruger Rorkarle, saa tage de langt mere Plads op, ... og Brændselet gjør ikke Fordring paa nær saa stor Plads, som den, der skal til, for at opbevare Besætningens Levnetsmidler. Denne sidste for 500 Mands daglige Behov regnet til ialt 36 Kubikfod, og, hvad der er højt regnet, Pladsen til Kul ligesaa stor, saa bliver der under en nogenlunde lang Rejse et uhyre Misforhold mellem disse to Størrelser. Antag f. Ex., at Skibet gjør en Rejse paa et halvt Aar, og at der i den Tid er ialt 30 Dages Vindstille, saa ere 500 Mennesker blevne underholdte til ingen Nytte i 5 Maaneder, det vil sige 5400 Kubikfod Lastrum have været beslaglagte uden Nytte. Det er overflødigt at opholde sig længere herved: det er øjensynligt, at Ildaarerne maa være langt fordelagtigere end Rorkarlene ...

Hvad nu angaar Maaden at anbringe Maskinen i Skibet, saa skal Cylinderen opstilles i Mellemrummet mellem Dækkene, mellem Stormasten og Mesanmasten. Kjedlen skal anbringes i den nederste Last saa højt, at en Del af Indsprøjtningsvandet kan løbe i Søen gjennem et Rør, der munder ud over Vandskorpen. Man vil ikke have noget særskilt Kar fornødent til Kjedlens Vandforsyning, thi man kan lade Søvandet løbe ind gjennem et med Hane forsynet Rør; en Gren af samme Rør kan lede Vand til en Kasse, hvorfra en Trykpumpe igjen kan hæve det til den for Indsprøjtningsvandet bestemte Beholder ...

For at benytte den lodrette Bevægelse af den Kjæde, som ellers driver Minepumperne, kunde man betjene sig af et Tandhjul, som drejede sig om en Axel, i hvis Endepunkter et Par Skovlhjul vare fæstede. Dette Hjul maatte igjen være forsynet med Spærhager, saaledes at det vel kunde løbe baglænds uden at tage Skovlhjulet med sig, men derimod dreje Axlen rundt i den rigtige Retning, naar det igjen gik fremad. Kjæden vilde altid blive Tangent til dette Hjul; dens ene Ende maatte være fæstet til det. Naar saa Balancen gik op og tog Kjæden med sig, saa maatte denne igjen dreje Hjulet en eller flere Gange rundt, forudsat at den iforvejen var rullet op om Hjulet; men dette kunde altid opnaaes derved, at en Vægt trak Hjulet tilbage, naar Balancen gik nedad.

Naar Maskinen nu gjorde 15 Slag i Minuttet og hvert Stempelslags Højde var 6 Fod, saa vilde en Bevægekraft af 11,000 Pund bringe Skibet fremad med betydelig Hastighed, desto hastigere, jo mindre Tandhjulets Diameter var. Denne Diameter maatte forresten afpasses efter Maskinens Kraft..."

Som man ser, er ethvert Hensyn her taget til Sagens heldige Fremgang; der er givet en saa detailleret Fremstilling af Methoden, og

denne er i sig selv saa god, at den, som med en bedre Maskine end Newcomens ihænde, vilde forsøge praktisk at udføre den fremsatte Tanke, vilde komme til et Resultat, der fuldkommen svarede til de Forventninger, Ophavsmanden selv havde gjort sig. Men desværre, som Maskinen da forelaa, var den aldeles ude af Stand til at afgive en regelmæssig Bevægelse, hans ypperlige Theori lod sig altsaa paa det Tidspunkt slet ikke udføre i Praxis.

Akademiets Prisopgave bragte da altsaa det Resultat, at man ikke maatte forvente nogen Nytte af Dampmaskinen ombord, førend Maskinen selv forelaa i en forbedret Form. Vi træffe i Virkeligheden heller intet nyt alvorligt Forsøg over Dampsejlads, førend Watt havde taget fat paa sine Forbedringer. Derimod foreligger der i Mellemtiden et Arbejde, som gik ud paa at ændre de Fremdrivningsapparater, man alt havde, nemlig Genevois Bog fra 1760: Nogle Opfindelser til Sejladsens Forbedring, hvori et Apparat beskrives, som kaldtes Palmipeden.

Det var et af enkelte Aareblade sammensat Apparat, som havde en vis Lighed med en Palme; naar det skydes imod Vandet, aabner det sig som Foden af en Svømmefugl, og frembringer da en Bevægelse fremad; naar Trykket mod Vandet derimod hører op, lukke Aarebladene sig sammen igjen.

Det var nu dette Apparat, som Opfinderen, en Gejstlig fra Kanton Bern, søgte at bringe i Anvendelse under de mest forskjellige Forhold og tillagde saa stor Betydning, at han kaldte det „det store Princip.“ Han vilde anbringe det paa Vogne og drive dem fremad ved dets Hjælp, idet da Aarebladene erstattedes af Sejl, som slog mod Luften; han vilde faa Skibe til at gaa derved, Apparatet skulde da sættes i Gang af en newcomensk Dampmaskine. Men allermest insisterer han dog paa Anvendelsen af Krudt som det Middel, der bedst kunde drive hans Maskineri.

Krudt var overhovedet den Gang i Mode som Bevægekraft, — vi have jo alt hørt, at baade Papin og Huyghens gav sig af med Forsøg i den Retning — og Genevois siger udtrykkelig, at det var lykkedes ham at indføre en stor Forbedring i dets Anvendelse som saadan. Han fortæller i den Anledning, hvorlidt man før hans Tid forstod at gjøre sig dets store Kraft nyttig, og fremfører som Exempel derpaa, at en Skotlænder 30 Aar før havde maattet bruge 30 Tønder (baril) Krudt for at faa et Skib tre Mil frem. Forholder det sig virkelig rigtig, saa var det i Sandhed nok værd at spekulere paa et nyt Bevægelsesmiddel.

Dog, vi skulle ikke fordybe os i Genevois Spekulationer, vi notere blot endnu en Gang, at han har foreslaaet Newcomens Maskine anvendt paa sit nye Maskineri, men med alle dens Ufuldkommenheder var den lige saa lidt skikket til at gjøre Fyldest her som andetsteds i Skibsfartens Tjeneste.

Vi staa imidlertid nu ved det Tidspunkt, da Watt tog fat, da hans Maskine, der reducerede Dampforbruget til mindre end det halve, af hvad det før var, og dog udrettede mere, bragte Spørgsmaalet om Dampsejladsen et mægtigt Skridt fremad.

Som det fra det foregaaende vil erindres, bragte Périer i 1775 en wattsk Maskine med sig hjem fra Soho; det var den senere navnkundige Ildpumpe i Chaillot, der i mange Aar var den eneste Dampmaskine i Frankrig. Den vakte en uhyre Opsigt, Folk strømmede til i Tusindvis for at se den arbejde, og det Maskinhus, hvori den var opstillet, var daglig opfyldt af en gabende Hob, der kun tilfredsstillede en tom Nysgjerrighed, men ikke bragte hverken Belæring eller nøjere Eftertanke med sig derfra. Dog, en enkelt gjorde i den Henseende en Undtagelse, en ung Adelsmand fra Franche-Comté, som da for første Gang i sit Liv var kommen til Paris.

Det var Marquis Jouffroy-d'Abbans,

som i et Par Aar havde siddet fængslet paa Øen St. Marguerite, Jernmaskens tidligere Opholdssted, i Anledning af en Duel. Ved der at sidde og se paa Manøvrerne med Galejerne var han bleven slaaet af disse Skibes Uhensigtsmæssighed og bragt til at spekulere over et andet Middel til at drive Skibe frem. Dampmaskinen var falden ham ind, og han havde lovet sig selv, at han, naar han atter kom i Land, skulde anstille alvorlige Undersøgelser over, hvorvidt den lod sig bruge dertil.

Saasnart han derfor var sluppen fri, rejste han til Paris og hans første Udflugt gjaldt Chaillot; hvad han saa der, gav ham en saa inderlig Overbevisning om, at hans Plan maatte kunne realiseres, at han fra nu af udelukkende hengav sig til Spekulationer derover.

Det synes næsten, som om den Ide nu laa i Luften, og særlig laa for Adelsmænd, thi netop paa samme Tid opstod den hos et Par andre Officerer, Grev d'Auxiron og Chevalier Follenai, Kammerater fra Artilleriskolen, siden Kaptainer i samme Legion, — Folk altsaa, der havde omgaaedes hinanden i en Aarrække, og som daglig udvexlede Tanker. I deres Samtaler kom dette Spørgsmaal idelig og idelig igjen.

Vi skulle nu se, hvorledes disse tre kom til at arbejde i Hænderne paa hverandre.

I 1770 var d'Auxiron saa opsat paa at komme til praktisk at udføre sine Tanker, at han alene af den Grund opgav sin Stilling i Armeen; han forlod Tjenesten og helligede sig fra nu af udelukkende til dette Foretagende. Planer og Overslag bleve snart færdige og nu gjaldt det at faa Patent; han begav sig i den Anledning til Paris og forelagde Minister Bertin sine Beregninger. Denne forebragte igjen Kongen Sagen, og Planerne behagede saa meget, at der i Skrivelse af 14de Maj 1772 gaves Løfte om 15 Aars Patentret paa, som det hedder i Skrivelsen, „at anvende Dampmaskinens Kraft til at bringe Baade op mod Strømmen i de mest rivende Floder . . . . forudsat Planen, naar den er bragt i Udførelse, vinder Akademiets Bifald og viser sig nyttig for Sejladsen.“ Med Løftet om denne Begunstigelse besluttede da d'Auxiron at tage endnu ivrigere fat end før. Men der er en lang Vej fra Tanke til Udførelse, naar man ingen Kapital har, og hverken han selv eller hans Ven havde synderligt at raade over, saa der maatte gjøres Udvej for flere Penge, end de havde, naar hele Foretagendet ikke skulde strande.

Han gik da den Vej, som saa mange ere gaaede baade før og siden, han slog sig sammen med nogle Venner og Venners Venner, oprettede kort sagt et Interessentskab med Love og retslig vedtagne Bestemmelser. Kontrakten imellem dem er fra 21de Maj 1772 og findes endnu i Original hos Notaren i Chatelet. Dens Begyndelse lyder saaledes:

„. . . Saasom Grev d'Auxiron har paataget sig at lade konstruere, — under hans eget Tilsyn og efter de Planer, han vil levere, — en Dampmaskine, som skal kunne, paa alle Kongerigets Floder, drive Baade med Varer til Beløb af hundrede Tusind Punds Vægt, og det med mindre Bekostning og større Hurtighed, end det nu kan ske ved Benyttelse af Menneskers eller Hestes Kraft; og saasom der til et saadant Foretagendes Iværksættelse fordres betydelige Omkostninger, saa har af denne Grund fornævnte Herrer oprettet et Interessentskab paa følgende Betingelser: 1, Grev d'Auxiron forpligter sig til at anvende al mulig Omhu og Opmærksomhed paa de Maskiner, der skulle konstrueres under hans eget Tilsyn, og som han anser nødvendige til Transporttjeneste paa Floderne Seinen, Rhonen, Loiren og Garonne, iligemaade de tolv første Skibe, i hvilke Maskinen med Nytte kan anvendes. . . .“

Man ser heraf, at D'Hrr. Medlemmer af Selskabet ventede sig en ikke ringe Fremgang af Foretagendet; den kom dog, som vi ville faa at se, desværre aldrig.

D'Auxiron lagde strax Haand paa Værket;

han oprettede et Værft paa Svaneøen, en Ø i Seinen i Parises Nærhed, og fik allerede i December en Baad færdig. I Januar blev Kjedlen lagt ind og underkastet en Styrkeprøve, i Februar blev Baaden forsynet med Skovlhjul, og i April endelig var alt saa vidt, at man kunde anmode Périer, Ejeren af Chaillotpumpen, der selv var et mekanisk Geni, om at tage den i Øjesyn.

Der var dog imidlertid langt igjen, inden man kunde tænke paa en Prøvefart, og det ikke mindst, fordi Arbejderne vare fuldstændig uøvede i den Slags Arbejder; men dertil kom endnu, at man blev set ilde til og paa alle Maader fortrædiget af Sejneskipperne, der naturligvis snart regnede ud, at blev det Foretagende til noget, saa var det forbi med dem. Det gik saa vidt, at man blot for at passe paa Baaden og undgaa Papins Skjæbne maatte holde Militærvagt paa Øen om Natten, ja d'Auxiron mente endog tilsidst, at man blev nødt til at bringe den et andet Sted hen. Det skete virkelig ogsaa, den blev ført til Meudon, den lille Flække, som siden blev Sædet for Revolutionens kostbare Luftskipperskoler.

Nok er det da, Tiden gik, og alt blev endelig færdig; da sank Baaden pludselig en Septembernat 1774, og dette gik saaledes til. En vis Bellery, Opsynsmand paa Pladsen, havde enten af Ondskab eller ved Uheld ladet Maskinens store Kontravægt falde ned i Lasten. Det var sket om Aftenen, da alle vare gaaede fra Borde; ingen havde derfor lagt Mærke til, at den havde slaaet Hul i Skroget; Vandet var da trængt ind, og Skibet sunket med hele Maskineriet, som blev aldeles ødelagt.

Dette Uheld blev Dødsstødet baade for Foretagendet og for Ophavsmanden. Interessenterne, som saa deres Indskud tabt, tabte sammen dermed Tilliden til deres Ingeniør, ja gik endog saa vidt, at de beskyldte ham for Mangel paa Redelighed, og lode Ord falde om at stævne baade ham og Follenai, som var den, der havde faaet dem til at gaa ind paa at lægge Pengene til, og som selv led et stort Tab ved Uheldet.

Dette forekom dog de to Venner, idet de under 17de Juli 1775 lode deres Medkontrahender stævne for Retten og forlangte dem kjendte pligtige til for at undgaa at tabe alt at udbetale endnu 15000 fr., som vilde medgaa til at tage Baaden op og reparere Skaden. Dommen faldt ud til deres Gunst, idet det Maaneden efter virkelig blev Selskabet paalagt at udrede Summen. Men under alle disse Stridigheder og Skuffelser vare d'Auxirons Kræfter gaaede med; et apoplektisk Slag, som et Par Aar efter gjorde Ende paa hans Liv, ramte ham og gjorde ham aldeles uskikket til at befatte sig videre med Sagen. Med hans Fratræden opgav man Spørgsmaalet om Istandsættelse; man tog Tabet, som nu ansaaes for uundgaaeligt, betalte hvad Arbejderne havde tilgode og opløste Interessentskabet.

Saaledes stode da Sagerne, da den tidligere nævnte Marquis Jouffroy-Abbans greb ind. Han kjendte oprindelig intet til d'Auxiron eller hans Arvinger, men kom ved Follenais Hjælp efterhaanden i Lag med dem og fik en Overenskomst istand med dem, ifølge hvilken d'Auxirons Tegninger og Overslag skulde udleveres ham paa følgende Betingelser. Der skulde oprettes et Kontraktsforhold imellem dem, saaledes at Udbyttet af et nyt Forsøg skulde fordeles paa 20 Parter, af hvilke de skulde have de tre, medens Resten fordeltes ligeligt mellem Follenai og ham, som saa til Gjengjæld skulde paatage sig at skaffe alle fornødne Midler tilveje og i enhver Henseende lede den praktiske Udførelse. d'Auxirons Patentret skulde man søge ham overdraget, og man fik den virkelig fornyet i hans Navn under samme Forudsætning som før, at Akademiet ansaa Methoden for hensigtssvarende.

Nu gjaldt det da altsaa at rejse nye Midler, og i den Henseende kom en paa den Tid meget bekjendt driftig og kundskabsrig Mand,

Marquis Ducrest ham til Hjælp. Ducrest var Broder til Madame Genlis, Opdragerinden for Hertugen af Chartres (Egalité's) Børn, gjennem hende i Bekjendtskab med hele den fine Verden, en Mand altsaa, der havde Lejlighed til personlig at omgaaes alle Celebriteter, og som stærkt optaget af ethvert nyt Foretagende var som skabt til at bearbejde andre og bibringe dem de Interesser, han selv havde. Ved hans Bestræbelser kom da et nyt Interessentskab paa Benene, et Møde af Medlemmer blev berammet, og Planerne forelagte dem.

Blandt disse Medlemmer var den oftomtalte Périer, der som praktisk Mand og anerkjendt dygtig Mekaniker havde stor Vægt i alle de tekniske Spørgsmaal. Han blev strax uenig med Jouffroy, og det i alle Punkter; hverken den Mekanisme, Jouffroy vilde benytte, behagede ham, ejheller troede han, at de Tal, Marquisen havde lagt til Grund for sine Beregninger angaaende den Modstand, der skulde overvindes, og den Kraft, der skulde anvendes, vare stemmende med Virkeligheden. Han fremførte som Grund for sine Udtalelser, at han selv havde haft Lejlighed til at anstille Forsøg med en Baad, som blev trukken frem ved Hestekraft, og de Forsøg havde givet ganske andre Resultater. Det hjalp ikke, at Jouffroy dertil indvendte, at det i dette Spørgsmaal ikke gik an at sætte Kræfternes Angrebspunkt paa Land, man skulde gaa ud fra, hvad der vilde komme til Anvendelse, at det laa i Vandet, og saa vilde man finde Tallene langt større, end Périer havde anslaaet dem til; Bekostningen vilde naturligvis blive større, men man undgik Fejlregning.

Forsamlingen, som med Undtagelse af Follenai og den syge d'Auxiron, der var bragt derhen, intet kjendte til den Slags Spørgsmaal, sluttede sig efter en lang Debat, i hvilken Ducrest ubetinget hævdede Périers Autoritet, til denne, og Resultatet blev da, at man skulde arbejde efter hans Plan.

En Baad blev nu lejet, den lille wattske Maskine, Périer havde staaende ubrugt i sit Værksted, blev bestemt til at gjøre Tjeneste ved Forsøgene, og saa tog man fat. Da viste det sig, at Jouffroys Theori dog havde været den rigtige; Maskinen var altfor lille, den kunde neppe drive Baaden op mod den svage Strøm, der findes i Sejnen. Forsøget var altsaa totalt mislykket, og dermed svandt Lysten til at stikke flere Penge i Foretagendet, end de faa, det alt havde kostet; Kompagniskabet hævedes, og Jouffroy, som havde givet Impulsen til det, stod ligesom før henvist til sine egne Kræfter.

Han havde imidlertid ikke tabt Modet; tværtimod, han var saa overbevist om sine Ideers Rigtighed, at det Uheld, der var overgaaet de andre, snarere æggede ham end slog ham ned. Det varede i Virkeligheden heller ikke længe, inden han atter tog fat, denne Gang dog ikke i Paris, men i Baume-les-Dames, en lille By i Franche-Comté, nær hans Hjem. Floden Doubs, som kommende fra Jurabjergene gjennemløber den sydlige Del af Departementet af samme Navn, hvori Baume-les-Dames findes, og derpaa efter et Besøg i Schweiz igjen bøjer ind i Frankrig og løber forbi Besancon og Dole, inden den falder i Saônen, — den blev det, der blev Vidne til de nye Forsøg.

Baume-les-Dames er som alt sagt en lille By, der skylder sine Glas- og Læderfabrikker og de i dens Nærhed forekommende Gibsbrud den Smule Betydning, den har. For Iværksættelsen af et saadant Foretagende, som Jouffroy stod i Begreb med, var den en alt andet end heldig Plads; der fandtes ingen Maskinarbejdere, ingen fremragende dygtig Smed, som kunde paatage sig at forfærdige Kjedel og Cylinder og øvrige Maskindele; men med en god Villie og udholdende Taalmodighed kommer man over de fleste Vanskeligheder, det gik da ogsaa Jouffroy saaledes. Han lod en Kobbersmed gjøre Arbejdet for sig, stod selv og saa til og gav Ordre, og efter lang Tids Forløb laa

en Cylinder færdig, lavet af Kobber og indvendig hamret glat; for at styrke den, var der udenom den lagt Kobberringe ligesom Baandene paa en Tønde eller snarere som Jernringene om de gamle Kanoner fra Karl den Dristiges Tid. Baaden, som var bestemt til Forsøget, blev naturligvis ogsaa bygget paa Stedet og under hans eget Tilsyn; den var 40 Fod lang, 6 Fod bred.

Hovedsagen ved det hele var imidlertid det bevægende Apparat, og det var en Opfindelse af ham selv, et Slags Palmiped, et Apparat ialfald, der som Genevois's aabnede sig, naar det dreves mod Vandet, og lukkede sig, naar det førtes tilbage. To Stænger af en 8—9 Fods Længde vare nemlig lagte ud fra Skibet ligesom et Par Aarer, og paa Enden af hver af dem sad et Par Klapper, der aabnede sig som Bladene i en Bog om dens Ryg, saa at de, naar denne Ryg dreves fremad, klappede sammen, men derimod aabnede sig og trykkede paa Vandet, naar de førtes tilbage i Retning mod Baadens Agterende. En enkeltvirkende wattsk Maskine skulde drive disse Klapper, og det saaledes, at hvergang Stemplet dreves ind mod Cylinderens Bund, saa tog en Kjæde, som var fæstet til Stempelstangen, de to Stænger med sig, ligesom en Mand, der ror en Baad, trækker Aarerne til sig, og naar Stemplet igjen gik frem, saa rykkede en Kontravægt Stængerne tilbage. Cylinderen var derhos naturligvis lagt saaledes, at Kontravægten virkede paa Klapperne, naar de slog sammen, medens Damptrykket, som drev dem mod Vandet, derved spilede dem ud og frembragte den fremadskridende Bevægelse.

Nu er det vist nok, at en saadan Anvendelse af den enkeltvirkende Maskine maatte kaldes god; thi den var, saa vidt det overhovedet lod sig gjøre, afpasset efter den enkeltvirkende Maskines Virkemaade, der jo er den, at Kraften bestandig kun fører Stemplet til den ene Side, medens en Modvægt maa løfte det op igjen. Men der var dog i hele Systemet en Mislighed, som snart traadte stærkt frem. Sagen var nemlig den, at under Sejladsens Begyndelse gik alting godt nok, Klapperne slog regelmæssig op og i, og intet var ivejen; men efterhaanden som Baaden kom mere i Fart, vægrede de sig ved at slaa ud fra hinanden, fordi nu Strømmen paa Grund af Hastigheden var stærk nok til at holde dem lukkede; og gik det ovenikjøbet mod Strømmen, saa vilde de aldeles ikke gjøre Tjeneste.

At en saadan Fejl overmaade let kunde være afhjulpet f. Ex. ved Anbringelsen af en Fjeder, som slog Klapperne op i det rette Øjeblik, det er saa øjensynligt, at man nutildags neppe kan forstaa, at det alene kunde være nok til at opgive et System, som prøvet i to hele Maaneder — Juni og Juli 1776 — ellers viste sig brugbart. Men saadan gik det; Jouffroy formaaede ikke at komme ud over den Vanskelighed, som enhver Landsbyklejnsmed nu vilde kunde hæve, den var for ham en saa uoverstigelig Hindring, at han bestemte sig til at forandre hele Systemet og i Stedet for Klapperne at forsøge Anvendelsen af Skovlhjul.

Imidlertid var dermed forbundet en ny Vanskelighed, nemlig at faa en enkeltvirkende Maskine til at afgive en regelmæssig Omdrejningsbevægelse, en Vanskelighed, der paa den Tid, da man kun havde Newcomens i sig selv meget uregelmæssig arbejdende Maskine, havde været aldeles uoverkommelig, og som sandelig endnu med Watts Maskine ikke var let at raade Bod paa. Dog, det kom han ud over, idet han benyttede to Cylindre, som laa saaledes for hinanden, at den ene virkede paa Grund af Damptrykket, netop naar den andens Stempel skulde hales tilbage ved en af Dampen uafhængig Kraft; ja han indrettede sig endog saa gunstig, at den arbejdende Stempelstang selv altid forrettede denne Tjeneste. De to Cylindre, der vare udførte i betydelig Størrelse i et Værksted i Lyon, medførte igjen, at en ny Baad,

større end den tidligere, maatte skaffes tilveje; alt dette tog naturligvis Tid, saa der hengik endog adskillige Aar, inden han kunde begynde sine Prøvefarter, men langt om længe var da alt rede, saa at han i 1783 kunde vise Verden, at alle Vanskeligheder vare overvundne.

De følgende Figurer skulle nu oplyse, hvorledes han bar sig ad. I Fig. 82 er Baaden afbildet baade i lodret Længdegjennemsnit og set ovenfra; der er kun angivet en Cylinder, den anden skal tænkes at ligge til venstre for den afbildede, saaledes at de to Stempelstænger, som begge findes i Figuren, gribe fat hver i

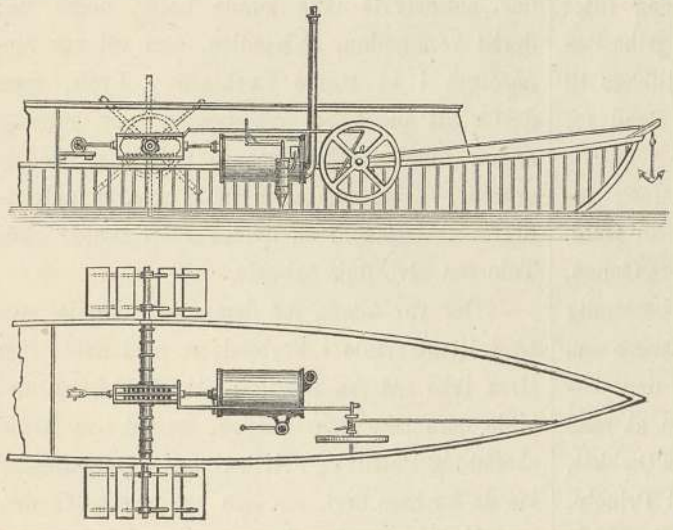


Fig. 82. Marquis Jouffroy-d'Abbans Hjuldampbaad.

sin Ende af den Ramme, der omslutter Maskinaxlen. Begge Cylindre modtog Damp fra en fælles Kjedel, og Damptilstrømningen reguleredes igjen paa den Maade, at en bevægelig Metalplade — svarende til, hvad vi nu vilde kalde en Glider — aabnede og lukkede saaledes for et Metalrør, som forbandt begge Cylindre, at Dampen afvexlende lededes ind i hver af dem. Hvert Stempel holdt 21 Tommer i Diameter og havde at gjøre et Slag paa 5 Fods Længde; Hjulenes Diameter var 14 Fod, hver af Skovlerne 6 Fod lang, og Baaden selv havde den forbavsende Længde af over 200 Fod, saa man ser, Dimensionerne vare ganske anselige.

I øverste Figur ser man tilhøjre for Cylinderen et Hjul, der er ikke saa lidt mindre end Skovlhjulene; Figuren viser tillige, at det formedelst Krumtap og Plejlstang staar saaledes i Forbindelse med Stempelstangen, at det faar en Omdrejningsbevægelse samtidig med at Skovlhjulene drives rundt. Hensigten med dette Hjul, og hvad dermed stod i Forbindelse, var en ganske aparte, idet det nemlig efter Jouffroys egne Ord var bestemt til at gjøre Tjeneste, „naar Strømmens Hastighed af en eller anden Grund blev saa stærk, at Skovlhjulene alene ikke kunde drive Baaden op mod den.“ Skulde det nemlig indtræffe, saa havde han tænkt sig, at man skulde varpe sig frem; det i Figuren afbildede Anker skulde da kastes, og idet nu Trossen rullede sig op om Hjulaxlen, vilde man kunne overvinde Strømmens Kraft; Hjulet selv arbejdede da som Svinghjul.

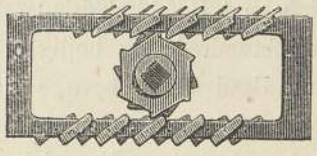


Fig. 83.

Hvad endelig den Maade angaar, hvorpaa Stempelstængernes Bevægelse overførtes paa Skovlhjulene, saa benyttede han dertil et overmaade sindrigt Apparat. Som Figur 82 nemlig viser ere begge Stempelstængerne forbundne med et Par ved Siden af hinanden liggende Rammer, af hvilke den ene er gjengivet i forstørret Maalestok i Figur 83. Hver af disse Rammer er igjen baade foroven og forneden forsynet med en Række Spærhager, og det vil ved Betragtning af Figur 83 let indses, at i hvad Retning Rammen saa end rykkes, enten frem eller tilbage, saa vil en af de to Rækker Spærhager komme til at gribe ind i Udskjæringerne paa Hjulaxlen

og drive den rundt, medens den anden Række vil løbe forbi uden at tage imod.

Ser man nu rigtig alle disse Indretninger efter, saa maa man tilstaa, at Jouffroy har lagt en ualmindelig Dygtighed for Dagen i saa vel at benytte de mekaniske Hjælpemidler, der overhovedet stod til Raadighed paa hans Tid, og man faar det Indtryk, at han har været en Mand, der har stillet sig Problemet alvorlig for Øje og ikke sparet Tid og Flid paa at faa det løst. Saamegen større Medfølelse faar man da ogsaa for ham, naar man hører, at han trods alt dette og trods den Kjendsgjerning, at det virkelig viste sig brugbart, dog intet fik ud deraf. Men vi skulle ikke foregribe Begivenhedernes Gang, vi vende atter tilbage til hans første Forsøg med denne nye Baad for at se, hvorledes de gik.

Det var paa Saônefloden disse Forsøg anstilledes, og det med det mest afgjorte Held. Fra Lyon gik Farten frem og tilbage flere Gange, med Strømmen og mod Strømmen, bestandig med heldigt Udfald; Tusinder af Tilskuere saa til og forundrede sig højlig over, at den kolossale Baad kunde bevæge sig, uden at man saa saameget som en eneste Mand paa Dækket, ja uden at man overhovedet saa det Princip, der fik Hjulene til at klapre rundt. Den 15de Juli 1783 foretoges i over ti tusinde Menneskers Nærværelse en Prøvefart for Lyonner-Akademiets Medlemmer, og Baaden gik stolt imod Strømmen, som den Dag endda var ualmindelig stærk. En retslig verificeret Attest blev i den Anledning udstedt af Akademiet.

Hvad var da Grunden til, at alt dette gik i Glemme? Et Sammentræf af mangfoldige Omstændigheder.

Jouffroy var ikke i Besiddelse af store Midler; meget havde han sat til paa sine forskjellige Forsøg, hvad der var igjen, var aldeles utilstrækkeligt til derfor at bringe Sagen videre frem. Skulde den altsaa faa Fremgang, saa maatte andre lægge Kapitalen til, og han tvivlede ikke om, at der efter det Held, han havde havt, vilde findes Folk, som turde vove noget paa ham. Hans Bestræbelse gik da ud paa at stifte et Interessentskab, som skulde oprette en regelmæssig Dampskibstransport paa Saônen, derhos naturligvis give Midler til Forsøg over yderligere Forbedringer, og hvad det først og fremmest gjaldt om, skaffe en ny Baad bygget, siden den, der forelaa, var aldeles ude af Stand til at bruges til nogensomhelst sværere Tjeneste, og det baade hvad den selv og hvad Maskinen angik. Den var nemlig i et og alt et Godtkjøbsarbejde, tømret sammen af Fyrrebrædder, der naturligvis ikke kunde holde noget ud; dertil kom endnu, at Kjedlen, som vel var forfærdiget i et større Værksted i Lyon, men derfor alt andet end god, saasom man dengang endnu aldeles ikke kjendte noget til Kjedelarbejde, — den var gaaet itu og maatte nødvendigvis erstattes af en ny, naar der skulde være Tale om alvorligt Arbejde.

Der var altsaa for dem, som kunde have Lyst til at træde i Forbindelse med ham, lige strax ikke saa faa Udgifter at afholde, og det vilde man ikke gaa ind paa, førend han havde skaffet sig Patent og Privilegium. Spørgsmaalet laa da for ham deri, om han kunde erholde det.

Han henvendte sig i den Anledning til Calonne, der, som man ved, var bleven Minister i 1783, en aandrig og fin Hofmand, men en Mand uden Grundsætninger, letsindig og upaalidelig. Calonne vilde aldeles ikke høre Tale om den Sag, førend han fik fyldestgjørende Bevis for, at her virkelig forelaa noget nyt; at man rigtignok aldrig nogensinde havde set saadant noget før, det var ham ikke nok, han vilde have en Erklæring fra Akademiet, og det vel at mærke Pariserakademiet; hvad man i Lyon havde attesteret, det tog han intet Hensyn til.

Saa fik da Pariserakademiet fat i Sagen og gik om mulig endnu videre end Ministeren, idet det ikke blot paatog sig at undersøge Opfinderkravets Berettigelse, men ogsaa at afgive

Skjøn over, hvorvidt Methoden var praktisk, som om der ikke alt forelaa afgjørende Beviser derfor. Jouffroy maatte indsende en Afhandling, og en Kommission blev nedsat for at undersøge Sagen; den paalagde igjen specielt Périer og Borda at gjennemgaa Detaillerne.

At faa den Mand til Dommer, som man engang havde overbevist om at have grebet fejl, Périer, hvis Forsøg vare totalt mislykkede, det vil man indrømme, maatte være en temmelig mislig Sag, især for en Mand, som ingen kjendte, en Mand ude fra Landet, der selv ikke var Medlem af noget Akademi. Det gik da ogsaa, som man maatte frygte, det lærde Samfund fandt sig beføjet til at desavouere Provindsakademiets Attest; det afgav kort og godt den Betænkning, at man maatte raade Hs. Excellence til, førend han indrømmede noget Privilegium, at lade Jouffroy komme til Paris og der forevise Akademiet nye Forsøg.

Som Følge deraf modtog denne da følgende Brev:

Versailles den 31te Januar 1784.

„Jeg sender Dem herved den Attest tilbage, som bevidner det Held, De har haft i Lyon med Deres Dampmaskine, ved hvis Hjælp De jo agter at erstatte Hestekraften i Flodsejladsens Tjeneste; der medfølger desuden de Bilag, som De har sendt mig sammen med Deres Ansøgning om for et bestemt Antal Aar at erholde udelukkende Privilegium paa Brugen af den Slags Maskiner. Man er kommen til det Resultat, at Forsøgene i Lyon ikke tilstrækkelig opfyldte de Betingelser, man har anset for ønskelige; men hvis De med Deres Maskine formaar paa Sejnen at faa en Baad med 600,000 Punds Last til at sejle nogle Mil, og hvis denne Prøves heldige Udfald konstateres herinde fra Paris paa en saadan Maade, at der ikke er Tvivl om, at Deres Methode frembyder Fordele, saa kan De gjøre Regning paa at faa 15 Aars Privilegium tilstaaet....

Deres oprigtig hengivne og
meget ydmyge Tjener
De Calonne."

Man kan nok tænke sig det Indtryk, denne Skrivelse maatte gjøre paa den ulykkelige Marquis; hvor skulde han kunne magte paa egen Bekostning at gjentage et saa kostbart Forsøg, og hvor skulde han, hvordan det saa end gik, kunne haabe at finde Naade for Périers Øjne, den Mand, som han før var traadt skarpt op imod, og hvis Stemme her fik saa meget at sige? Han opgav øjeblikkelig enhver Tanke om Hjælp fra den Kant; han hverken skrev eller spurgte, men indskrænkede sig til, som Svar paa Tiltale, at sende Périer en Model af Dampbaaden. Hvad der er bleven af denne Model, har man aldrig siden faaet at vide.

Dampbaaden, som laa ved Lyon, blev endnu liggende i lang Tid og gjorde en Række Farter, men blev naturligvis tilsidst opgivet. Ingen interesserede sig længere for Sagen, og mindst af alle hans Standsfæller, der gjennemgaaende vare for fornemme til at tænke paa den Slags Ting og snarere spottede ham end gav ham Opmuntring. Om han har tænkt sig at kunne gjøre noget ud af Dampsejladsen ad anden Vej eller paa andre Steder, det vide vi ikke, men i ethvert Tilfælde fik han nu i mange Aar ikke mere dermed at gjøre; Begivenhederne strømmede jo ind over Frankrig, Revolutionen brød ud og slugte hans som alle andres Interesser. Ivrig Royalist, som han var, fulgte han i 1790 den store Skare af Emigranter, og opholdt sig lige til Freden i Luneville 1801 udenfor sit Fædreland; han vendte da tilbage, fik efter Restaurationen endnu engang med Dampsejladsen at gjøre, men kom heller ikke da, som vi skulle faa at se, ud over de Vanskeligheder, der stillede sig i Vejen for ham.

Hvorom alting er, han har været en ualmindelig Mand, og det er sørgeligt, at hans

Gjerning gik saa upaaagtet hen; Nutiden har søgt at gjøre noget af Samtidens Brøde god igjen, idet Municipalitetet i Paris i 1864 lod en Gade opkalde efter ham; hans Eftermæle har derved faaet en Anerkjendelse, som det fortjente, og man har indrømmet, at der er sket ham Uret. Havde man hjulpet ham frem, da det endnu var Tid, da havde Frankrig sandsynligvis kunnet tage den Ære, Amerikanerne nu knytte til Fultons Navn, thi man kan vel nok paastaa, at han, at dømme efter hvad han leverede, kunde have været Mand for at anvende det, som saa kort Tid efter kom frem, og som blev det, der dog til syvende og sidst løste Problemet, Watts dobbeltvirkende Maskine, der uden Mellemled af Kjæder eller Remme eller alle den Slags Ting, som maatte komme med, naar Maskinen kun var enkeltvirkende, af sig selv leverede en regelmæssig og fuldkommen jevn Omdrejningsbevægelse.

Det blev da altsaa Watt, som kom til at give Midlerne til Løsningen af det store Problem; Anvendelsen kom dog hverken fra ham eller nogen anden Englænder; det er, som om Engelskmændene havde udrettet nok i dette Spørgsmaal og nu maatte overlade andre Resten. Og dog fik Watt alligevel med Sagen at gjøre, thi fra hans Værksted udgik den Maskine, som Fulton lagde ind i sin Baad.

Men inden vi komme saa vidt, at vi kunne vende os til Fulton og se ham praktisk gjennemføre Dampsejladsen, have vi endnu nogle Forsøg at omtale.

ANDET KAPITEL.

FORSØG OVER DAMPSEJLADS I SKOTLAND: PATRICK MILLER. JAMES TAYLOR. — WILLIAM SYMINGTON. — FULTONS FORLØBERE I AMERIKA: JOHN FITCH OG JAMES RUMSEY.

I Dalwinston i Skotland levede paa den Tid, Talen her er om, en Rigmand ved Navn Patrick Miller, en Mand, som gav sig meget af med Navigation, og ikke var bange for at anvende betydelige Summer paa nye af ham selv opfundne Skibskonstruktioner. Han havde f. Ex. fundet paa en Dobbeltbaad, det vil sige et Slags Flaade, bestaaende af to indbyrdes forbundne Baade, som efter hans Mening skulde kunne yde værdifuld Tjeneste baade paa aaben Hav og ved Flodsejlads, — kort sagt, han var en Sportsmand, der havde valgt sig alt, hvad som henhører til Sejlads, til sin Sport.

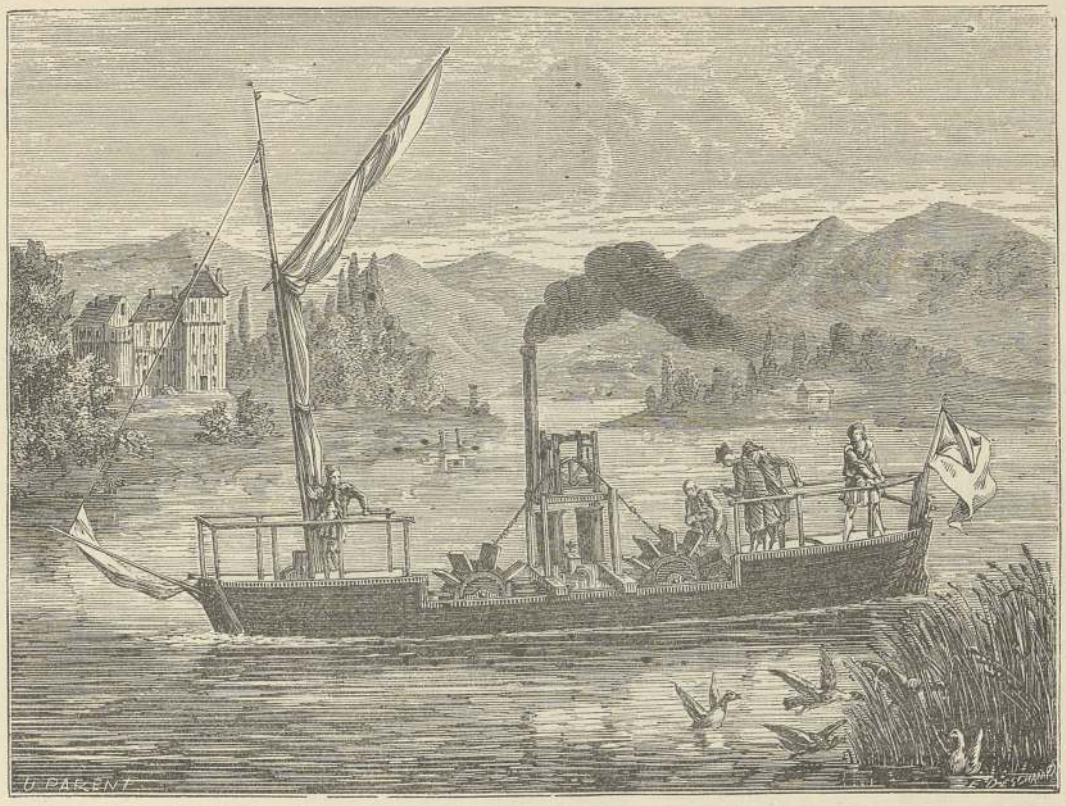
Nu traf det sig saaledes, at denne Miller havde en Nabo, en Mr. Wedell, som ogsaa var meget opsat paa maritime Spørgsmaal, og som ejede en hurtigsejlende Baad, med hvilken han flakkede omkring, — og disse to Naboer søgte, som naturligt er, at overgaa hinanden i Retning af denne deres fælles Passion. Miller, som nylig havde sat en Dobbeltbaad i Vandet, mente med denne at kunne sejle Wedell agterud, et Væddemaal kom derfor istand, og en Prøvefart berammedes til en bestemt Dag. Dagen kom, og Resultatet blev, at Millers Baad løb af med Sejren; det var som sagt en Dobbeltbaad, og den blev drevet frem af Skovlhjul, som igjen sattes i Bevægelse af fire Mand.

Som Deltager i denne Prøvetur havde Miller sin Huslærer med sig, en ung indsigtsfuld og begavet Mand ved Navn James Taylor, som under Sejladsen var kommen til det Resultat, at den Maade at dreje Hjulene rundt, som man her havde anvendt, nødvendigvis maatte afløses af en anden, hvis man vilde tænke paa at drage nogen alvorlig Fordel af Skovlhjul som Bevægemiddel; Muskelkraft var da altfor ringe, man maatte finde paa en anden Bevægekraft.

Denne Tanke meddelte han Miller, som paa den ene Side hellere end gjerne vilde have sin Baad endnu mere hurtigsejlende, men paa den anden Side naturligvis kun nødig gav slip paa sine egne Konstruktioner; en Debat udspandt sig da imellem dem, hvori hver talte for sit, men hvoraf dog Resultatet blev, at kunde man finde paa noget bedre, saa skulde man tage det, og kunde man navnlig, hvad Taylor mente, finde paa at anvende Dampkraft uden at resi-

kere Ulykker ombord derved, saa vilde Miller nok give Penge til en Maskine og vove et Forsøg.

var ikke andet, end at han havde lagt Fortætteren, som i Watts Maskine ligger under Cylinderen, højere op. Da Symington tilmed i



Figur 84. Millers og Taylors Forsøg med Symingtons Maskine, foretagne ved Dalwinston.

Alt dette var foregaaet i Sommeren 1787 paa Millers Gods; saalænge man opholdt sig derude, blev der ikke vedtaget noget nærmere om Planen, men da man hen paa Efteraaret var flyttet ind til Edinburgh for at tilbringe Vinteren der, kom Sagen atter for, og Taylor fik det Hverv at se sig om efter en passende Konstruktion af en Maskine.

Nu var det saa, at en vis William Symington, en ung Ingenier fra Blyminerne ved Wanlockhead, netop kort før havde fundet paa en Forandring i Maskindelenes Disposition, en Forandring, som rigtignok var aldeles uvæsenlig med Hensyn til Maskinens Princip, men som dog syntes Taylor saa heldig ligeoverfor det, han agtede at bruge den til, at han bestemte sig for en saadan Maskine; — det hele Vinterens Løb kom ind til Byen, traf det sig altsaa saa heldig, at man kunde raadspørge ham personlig, og Enden paa det blev da, at Miller fik en Samtale med ham og engagerede ham til at konstruere en Maskine, som kunde lægges ind i en Baad. Maskinen skulde være færdig til Sommeren; man vilde da foretage Forsøgene ude ved Dalwinston.

Der blev altsaa nu taget fat, Maskinen blev afleveret til rette Tid, Taylor fik den bragt ud til Dalwinston, og man var i Oktober 1788 saa vidt, at Symington kunde komme ud og sætte den op i den dertil indrettede Baad, et meget lille Fartøj; Maskinen selv var paa omtrent to Hestes Kraft.

Forsøget lykkedes over al Forventning (Figur 84); man sejlede frem og tilbage, morede

sig over den nye Sejlads og var i alle Maader tilfreds med Resultatet, saa tilfreds, at Miller strax bestemte sig til at gjentage Forsøgene paa Kanalen mellem Forth og Clyde med en ny Maskine af større Dimensioner; denne skulde forfærdiges hos Bolton og Watt i det Værksted, de ejede ved Carron. At en ny og større Baad maatte bygges, følger af sig selv.

Alt dette blev da nu sat i Arbejde, og man beredte sig til de nye Farter; Baaden blev lagt ud i Kanalen, og som Vidner til Sejladsen bleve medtagne et Par Ingeniører, Bolton og Watt havde ønsket skulde overvære Prøverne.

Figur 85 viser nu det vigtigste af det af Symington foreslaaede Maskineri. Man ser to Cylindre, der ere anbragte paa Dækket (Figur 84); deres Diameter var 18 Tommer. Stempelstængerne føre hver et Tværstykke med sig op og ned i en Ramme, og disse Tværstykker trække igjen i en Kjæde, som er lagt om en meget stor Tridse, saaledes at denne Tridse, naar den ene Stempelstang gaar op, og den anden samtidig gaar ned, føres rundt til den ene Side, medens den derimod løber tilbage

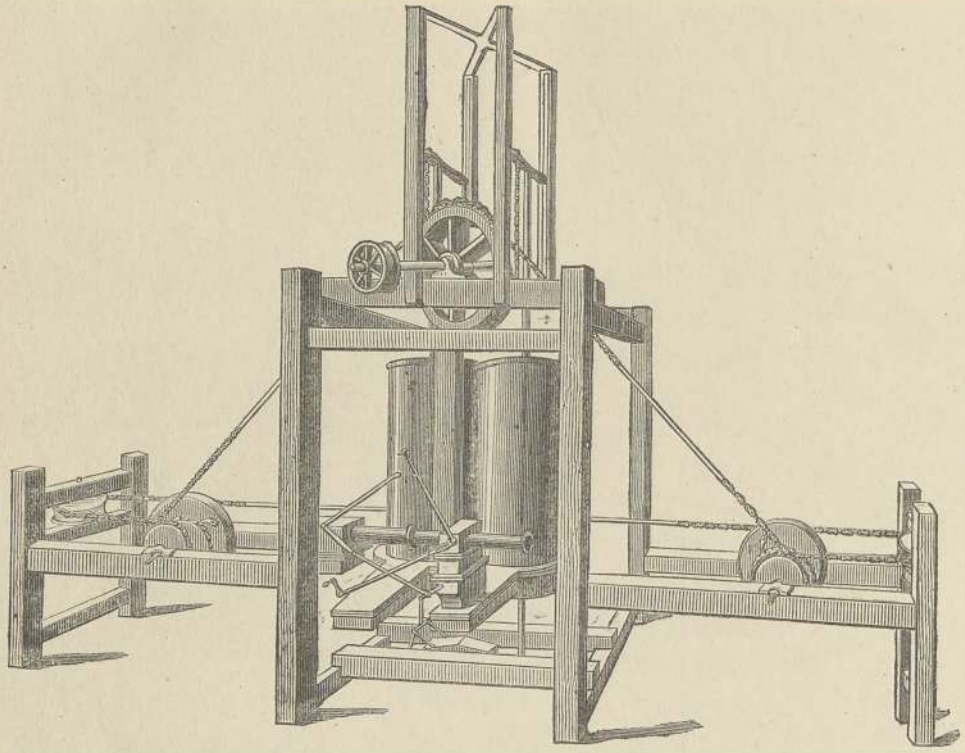


Fig. 85. Symingtons Maskineri i Millers Dampbaad.

igjen, naar Stempelstængerne bevæge sig i modsat Retning. Den samme Tridse bærer imidlertid foruden den Rille, hvori den nævnte Kjæde er lagt, endnu en anden Rille, og i den er lagt en anden Kjæde, som løber hen om adskillige andre Tridser, blandt hvilke ere to, der sidde løse paa Hjulaxlen, og derfor kunne løbe rundt, uden at Hjulene gaa med, medmindre en Spærhage, der er fæstet til Hjulaxlen, griber ind i Tænderne af et med hver af Tridserne fast forbundet Tandhjul; i saa Tilfælde nødes Hjulene til at gaa rundt med. Antaget da nu, at den store Tridse sættes saaledes i Bevægelse, at den bringer et Punkt af den Del af sidstnævnte Kjæde, som ligger ovenom den, til at bevæge sig fra højre til venstre, saa ville ingen af Hjulene bevæge sig, fordi Tænderne nu kunne løfte Spærhagerne op;

men gaar Bevægelsen til den anden Side, saa gribe Spærhagerne ind, og begge Hjulene tvinges til at dreje sig. Hvad Hjulene selv angaar, da ligge de, som Fig. 84 viser, et foran, et bagved Cylindrene.

Som man ser, er dette et særdeles indviklet Apparat, som staar langt under Marquis Jouffroys i forrige Kapitel omtalte; det bortødsler en uhyre stor Del af Kraften paa at overvinde de mangfoldige Gnidningsmodstande, og det forudsætter en overordenlig Styrke hos alle Axler og Kjæder. Det viste sig da ogsaa nu, da det var udført i stor Stil, aldeles upraktisk.

Forsøgene bleve foretagne i December 1789 og vare allerede strax den første Dag ledsagede af Uheld, idet Skovlerne gik itu. Man gjorde dem istand igjen og forøgede deres Styrke; saa holdt de, men saa brast Kjæderne under de stødvise Træk, de skulde udholde. For at sige det kort, Forsøgene mislykkedes komplet. Dette gjorde Miller kjed af hele Sagen, han gav Ordre til at tage Maskineriet ud af Baaden og bringe det tilbage til Carron for om mulig at sælge det der. Han, som havde været saa beredvillig til at lægge Midler til, og haabet saa meget af Projektet, blev nu ærgerlig og mente nu bagefter, at man kunde have sagt sig selv, at det vilde mislykkes. I et Brev til Taylor, dateret 7de December 1789, o: et Par Dage efter Forsøgene, yttrede han blandt andet, „... De kan da nok begribe, at jeg forud ventede, hvad der i Onsdags og Torsdags passerede ved Carron. Jeg er nu fuldkommen overbevist om, at Symingtons Maskineri var det af alle mindst skikkede til at drive en Baad fremad, og at han aldeles ikke har haft Begreb om hverken at beregne Gnidningsmodstandene eller Maskinens Kraft. Jeg tvivler ikke om, at man kunde forøge Baadens Hastighed, hvis man konstruerede Hjulene solidere og gav Drevene en dobbelt saa stor Diameter; men, hvordan man saa end bærer sig ad med Symingtons Apparat, saa gaar den største Del af Kraften tabt til Gnidningsmodstandene. Og jeg husker meget godt, at da Maskineriet blev prøvet paa den lille Baad ved Dalwinston, saa havde jeg Mistvivl om dette Maskineries Brugbarhed; men dengang holdt jeg min Mening — som forresten var den almindelige — for mig selv og lod Dem raade, fordi jeg da ikke havde sat mig tilstrækkelig ind i Sagen; .... man maatte jo være komplet gal, naar man ikke kunde begribe, at Kjæderne ikke kunde holde de øvrige Maskindeles Kraft ud."

Miller opgav altsaa hele Projektet med Dampkraftens Anvendelse tilsøs og kom ikke senere tilbage dertil; forresten vedblev han at forsøge sig med Sejlads og nye Skibskonstruktioner. Hans gamle Ideer om Anvendelsen af Muskelkraft til at drive Skibe fremad, bleve bestandig ved at spille en stor Rolle i hans Projekter, hvad man kan se af det Patent, han lod udtage 1796, „paa en Baad af ny Konstruktion, som ikke kan kuldsejle, og som i stille Vejr drives frem ved Hjælp af en endnu aldrig anvendt Mekanik." Den skulde gaa ved Hjul, der sattes i Bevægelse af et Spil, „som blev trukken af Mennesker eller et eller andet mekanisk Middel."

Hvad Taylor og Symington angaar, da skulle vi siden faa at se, hvorledes den sidste endnu engang kom til at befatte sig med Dampsejlads; da Spørgsmaalet derved kom frem igjen, og man begyndte at se sig om efter, hvem der havde været den første i Storbrittanien til at rejse det, fik han en Belønning. Taylor naaede aldrig at faa noget ud af det; hans Enke fik efter hans Død en Livrente paa 50 £, og hver af hans Døttre fik, da de giftede sig, andre 50 £ som Udstyrslegat. At Miller naturligvis aldrig hverken fik eller søgte offenlig Belønning følger af sig selv.

Vi vende os nu til den nye Verden, for der at se de sidste Forsøg, inden Fulton tog fat.

Som vel intet Land i Verden kunde have mere Brug for Dampmaskinen end England, saaledes kan man nok sige, at intet Land kunde trænge mere til Dampsejlads end Amerika, og det da navnlig paa den Tid, da Frihedskrigen havde brudt det Baand, der saalænge havde bundet det til England, da de amerikanske Fristater nu skulde gaa deres egen Vej, skulde arbejde sig op for at hævde Selvstændigheden, — da altsaa ethvert Middel til Fremskridt ikke blot maatte være ønskeligt, men, navnlig naar det gjaldt Lettelse i Kommunikation og Trafik, være ligefremme Betingelser for en hurtig og kraftig Udvikling. Sagen var jo den, at de amerikanske Stater til deres uhyre Territorium kun havde en yderst ringe Folkemængde, der splittet og spredt vidt omkring, trængte til Samfærdselsmidler i en utrolig Grad. Et større System af ordenlige Veje fandtes ikke; de mange Floder, der gjennemskjære Landet paa kryds og tværs tillod vel Sejlads, men for de vigtigstes Vedkommende dog kun i én Retning, med Strømmen; at komme op mod Strømmen, det lod sig ikke gjøre, hverken ved Sejl eller Aarer, og at tænke paa at trække Baade op ved Hestekraft, det kunde der slet ikke være Tale om, dertil lagde Terrænforholdene og de frodige Skove altfor store Hindringer ivejen.

Det er derfor ganske karakteristisk, at det netop blev Amerika, som saa den første virkelig praktisk anvendelige Dampbaad komme frem, — men det er paa den anden Side ogsaa af betydelig Interesse, at de Amerikanere, Fitch og Rumsey, og Fulton selv med, som gave sig af med Sagen, alle kom til Europa, til Stedet, hvorfra Ideerne vare udgaaede, de to første efter at have forsøgt sig hjemme uden Held, den sidste for ligefrem at lære alt i Europa, tage en europæisk Maskine med sig over, lade den sætte ind derovre og saa se Dampsejladsen skabt under sine Hænder.

Watt havde, som vi ved, i 1781 overvundet alle Vanskeligheder og stillet den dobbeltvirkende Maskine paa Benene; i 1784 havde den faaet de sidste Forbedringer, der gjorde dens Bevægelse fuldkommen jevn, den forelaa altsaa som fuldfærdigt Apparat, længe før Symington tog fat paa Dampsejladsen, den var endogsaa allerede i samme Aar kommen over Atlanterhavet, kort sagt, Midlet til Problemets Løsning laa for, det gjaldt nu at benytte det.

Dette blev meget snart forsøgt af de to Amerikanere Fitch og Rumsey; thi endnu i 1784 forelagde de Washington deres Planer, Rumsey først, siden Fitch, men denne sidste blev saa til Gjengjæld den, der først fik sine Forsøg anstillede. Vi skulle først henvende Opmærksomheden paa ham.

John Fitch, en Uhrmager fra Philadelphia, gik ud fra den Forudsætning, at Aarer ere de bedste Midler til at drive en Baad frem; det kom altsaa kun an paa at faa en Dampmaskine til at meddele et Sæt Aarer en lignende Bevægelse, som den, de faa i en almindelig Robaad, med andre Ord ikke at forandre Princippet for Bevægelsen, men derimod den Kraft, der frembringer Bevægelsen. Dette lykkedes ham ogsaa saa vidt, at han turde foranstalte en Prøvefart paa Delaware og dertil indbyde Washington, Franklin og adskillige Kongresmedlemmer som Deltagere. Baaden løb op og ned ad Floden, med og imod Strømmen, og det med en Hastighed, som, Strømmens Indflydelse fraregnet, viste sig at være fem og en halv engelske Mil i Timen, et ganske anstændigt Resultat at begynde med.

Efter en saa heldig Debut kunde det naturligvis ikke falde Fitch vanskeligt at skaffe Midler til at bringe Sagen videre frem, især da baade Washington og Franklin ikke blot gave ham Attester om deres Tilfredshed med Udfaldet, men selv satte sig i Spidsen for et Kompagni til Opfindelsens videre Udvikling. Betydelige Summer gik da ogsaa ind, og da Fitch desuden fik Eneprivilegium paa i fjorten Aar at drive Dampsejlads i Staterne Virginia,

Marryland, Pensylvanien, New-York og New-Jersey, saa vare jo Udsigterne de aller bedste.

Forsøgene paa Delaware vare foretagne med en lille Baad; nu var Meningen at bygge en betydelig større, som skulde gaa i Transportfart mellem Philadelphia og Trenton; den maatte da naturligvis forsynes med en større Maskine. Men derved fremkom ikke faa Vanskeligheder, man var jo nemlig aldeles ikke fortrolig med den Slags Arbejder. At støbe en saa stor Cylinder, som der forlangtes, var man bange for, der gik lang Tid, inden man kunde overvinde sig til det og endnu længere, inden man blev færdig; og da den saa endelig var færdig, saa var baade den og den øvrige Maskine af meget ringe Beskaffenhed. I Stedet for som ved første Prøve at løbe fem en halv Mil i Timen, løb man denne Gang kun tre, man var altsaa gaaet tilbage i Stedet for at gaa frem.

Dette satte megen Skræk i Livet paa dem, der havde lagt Penge til; man begyndte at frygte for, at man for hurtig havde indladt sig paa den Spekulation. Men Doktor Thornton, Fitchs Ven, og en meget indsigtsfuld og virksom Mand, fik Modet rejst igjen, forsikrede, at man skulde faa en Hastighed af endog otte Mil, ja forpligtede sig til i modsat Fald selv at betale alle Omkostninger ved et nyt Forsøg. Det hjalp; man gik ind paa at foranstalte en ny Prøve, og lod i den Anledning Maskinen tage ud og udbedre saa vidt mulig. Ved en midlertidig Prøve viste den sig derefter at kunne præstere, hvad der var forlangt.

En offenlig Prøvefart skulde da nu foranstaltes med al Højtidelighed, nu skulde jo Dampsejladsen skabes, nu skulde det slaaes fast, at Vanskelighederne vare overvundne, og Problemet løst. Byens Raad drog i Procession ombord, en i den Anledning syet Silkefane overraktes Opfinderen, at han kunde plante den i Stavnen; Signalet til Afgang gaves, og virkelig, alt gik som det skulde, Baaden sejlede uden Standsning op ad Floden og løb, som det var lovet, med en Hastighed af otte Mil i Timen.

Figur 86 viser, hvorledes Baaden saa ud; det drivende Maskineri er synligt over Dækket. Det er, som man ser, sex Par Aarer, der tre og tre følges ad, saa at, naar de tre forreste ere i Vandet, saa løftes de tre bageste op for at indtage den rette Stilling til strax efter at tage fat, og omvendt. Hver Aare løber op gjennem en Ring paa den øverste horizontale Bjælke; den er ellers fæstet til en vandret Stang, der kan bevæges frem og tilbage, idet den flyttes af en Valse, som selv sættes i omdrejende Bevægelse af Maskinen. Gaar Valsen rundt, vil den Stang, der bærer de bageste Aarer, aabenbart rykkes tilhøjre, og Aarebladene følge med, medens Skaftet glider i Ringen; og efterhaanden som Valsen kommer mere rundt, sænker den Bladene i Vandet og fører dem op igjen.

Forsøgene lykkedes altsaa, og dog kom der, som bekjendt, aldrig noget ud af dem. Dette skyldtes mange Omstændigheder. Beredvilligheden til at give Penge til hos de Folk, som havde indladt sig paa Spekulationen, var ganske vist efter Thorntons Opmuntringer bleven større end efter det første Uheld. men dog var Begejstringen, eller rettere den hele Stads ved Sejladsen, kunstig, for saa vidt som den var sat i Scene af nogle faa; den var ikke i Overensstemmelse med den almindelige Mening, om end naturligvis Befolkningen var paa Benene og overværede Farten. Man havde en vis Frygt for Charlataneri, som yderligere næredes, da Rumsey samtidig søgte at trænge frem og tilkjæmpe sig Ligeret med Fitch i Henseende til Privilegium. Det fik derved mere Udseende af en Forretning, som et Par Projektmagere sloges om at høste Fordelen af, end som et betydningsfuldt og gavnligt Foretagende, og endskjøndt Rumsey vel ikke opnaaede at komme til at dele Privilegiet med Fitch, saa var dog Stemningen som sagt lunken. Dertil kom, at Fitch ingen-

lunde var tilsinds til at begynde den Fart, han havde paatænkt, med Skibet som det var. Han Kjendsgjerning, at han virkelig forbedrede sin Maskine, bestandig blev mere og mere util-

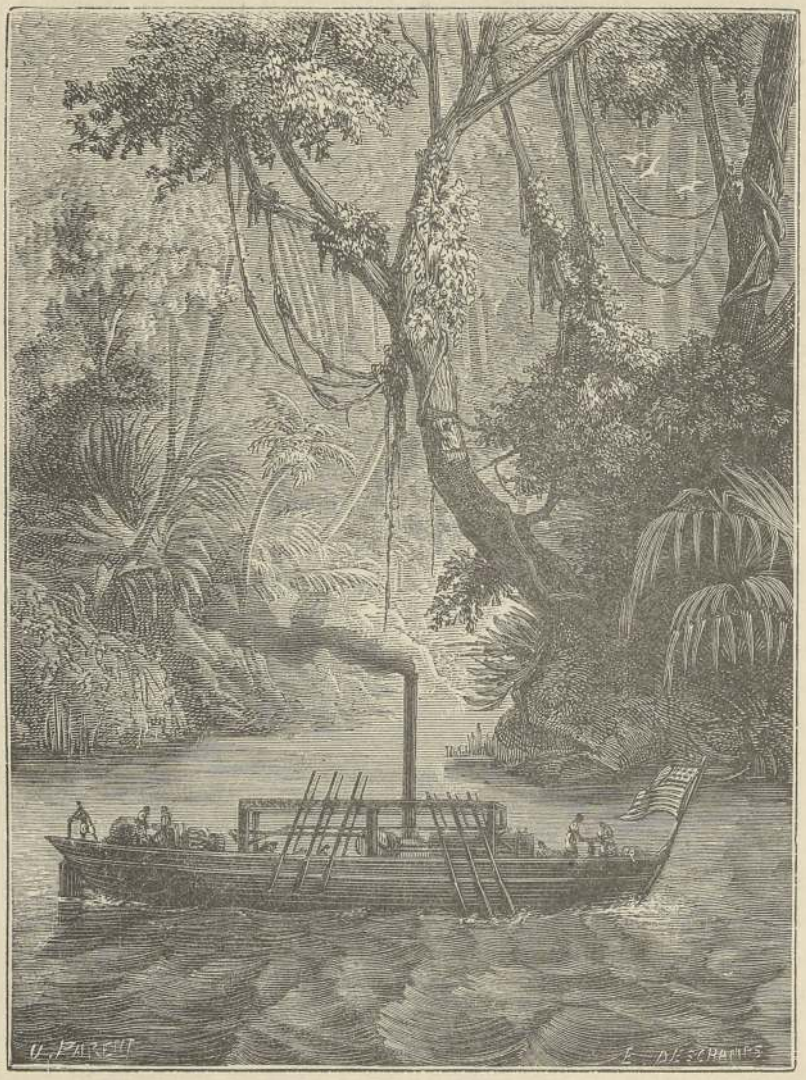


Fig. 86. Den første amerikanske Dampbaad. John Fitch's Forsøg paa Delaware ved Philadelphia 1789.

holdt med en Opfinders hele Halsstarrighed paa, at man skulde experimentere og experimentere saalænge, indtil man var naaet endnu meget videre; han forlangte altsaa bestandig nye Summer til sin Raadighed uden at stille Indtægter i Udsigt til Vederlag, og derved trættede han de Folk, der havde indladt sig med ham, og for hvem Renterne af Pengene naturligvis betød meget mere end den ideelle Side af Sagen.

Alt dette gjorde da, at man trods den bøjelig til at gaa med ham, og jo mere man lod ham mærke, at man var kjed af ham, desto mere trængte han naturligvis paa for at faa Folk til at holde ved. Han var saa fuldstændig gaaet op i sine Ideer, at han ikke talte om eller tænkte paa andet; han trættede, hvem han fik med at gjøre, med sine idelige Udtalelser om det fortræffelige i Planerne, lod Ord falde om, at man en Dag vilde naa saa vidt, at man kunde sejle over Atlanterhavet

med Damp, hvad man naturligvis ansaa for en aldeles komplet Umulighed; han stod kort sagt lidt efter lidt som en Mand med en fix Ide, som man gjorde sig lystig over, og det blev inden lang Tid saadan, at man ligefrem ansaa ham for gal. Der var da intet andet for, end at opgive Udførelsen i det mindste i hans Hjemstavn; om det kunde lykkes andetsteds at bringe den frem, det haabede han vel, men sikkert nok var det, at i Philadelphia var det umuligt.

Da valgte han samme Udvej som Rumsey, at rejse til Europa og prøve Lykken der. Rumsey var taget til England, Fitch valgte Frankrig. Forsynet med Anbefalingsskrivelse fra den franske Konsul i Philadelphia, der interesserede sig meget for ham og fuldkommen indsaa Vigtigheden af det, han havde for, indskibede han sig altsaa og kom i 1792 til Lorient.

Men Frankrig var sandelig i den Tid ikke det Sted, hvor man bedst kunde vente at komme frem, dertil gik altfor store Rystelser igjennem det. Vel var Revolutionen fremadstræbende og søgte Udvikling i alle Retninger, men Revolutionen var tillige febrilsk og i høj Grad ustadig; hvad den ene Dag bragte frem, det slog den næste ned, fordi Gaarsdagens Mænd bleve styrtede, og de nye Magthavere bragte nye Synspunkter og nye Ideer med sig. Hvad man jublede over og resolverede Adresser for i et Øjeblik, det kunde med saare kort Varsel gjøres til Gjenstand for Had og Forfølgelse; at nyde Magten og vise, at man havde den, det var dog egentlig det, som i de aller fleste Tilfælde laa paa Bunden.

Nu kom da Fitch til Paris og traf der en gammel Bekjendt, Brissot, der havde levet i Amerika og nu var vendt hjem og bleven Medlem af Konventet. Brissot modtog ham med aabne Arme, hans Planer vare jo fortrinlige til at vække Sensation i Konventet, og han selv, Manden fra den frie Stat, Republikaneren fra den anden Side Verdenshavet, der søgte over til den store Revolutions Mænd, for at faa en Ide sat igjennem, han var jo som skabt til at være Hovedmand i en Scene; Tanken laa naturligvis bagved: Brissot som den, der bragte ham frem.

Saa foregik da en af de mange forunderlige Effektscener, som man var saa stærk i at arrangere; Fitch traadte frem for Konventet, holdende i sin Haand den Fane, man havde skjænket ham hjemme. Rungende Bifald modtog ham, svulstige Tirader regnede der ned over ham, og i alt dette stod han som Festens Ypperste, glædende sig sikkert over Udsigten til endelig at naa det, han brød sig om, et Middel for de andre til i Anledning af ham at øve den Veltalenhed, de satte Pris paa at vise frem, — i ingensomhelst Henseende nærmere Maalet end før, snarere det modsatte. Brissots Rolle var jo nemlig snart udspillet; den 31te Oktober 1793 bragte den samme Karre ham til Guillotinen, som havde ført saamange derhen, og med ham faldt Tanken om enhver Understøttelse til Fitch.

Nu mere forladt end nogensinde før, indsaa han, at Rejsen havde været fuldstændig spildt, der var intet at gjøre i Frankrig. Han bestemte sig da til atter at tage hjem, men det var denne Gang en vanskeligere Sag for ham at komme afsted end sidst, thi han stod her saa blottet for alt, at han ikke engang kunde betale Fragten over; den amerikanske Konsul maatte forstrække ham til Overfarten.

At se sig hensat igjen mellem de gamle Omgivelser, at komme tilbage som Stodder, hvor han havde haabet at leve som Opfinder og nyde baade Opfindelsens Frugter og Ære, det var mere, end han kunde bære. Han slog sig til Drik, gik mere og mere til Grunde, tabte andres Agtelse og tabte Agtelsen for sig selv. Det maatte da derfor ende som det gjorde; en Dag gik han ud langs Floden og blev borte med det samme. Han havde styrtet sig ud fra en af Skrænterne. I hans Testamente gaves alle hans Planer og Tegninger til Pensylvaniens philosophiske Societet, forat en eller anden

kunde fuldføre hans Værk, „hvis han har Mod dertil“, stod der.

Den anden Amerikaner, Rumsey, som var optraadt som Fitchs Konkurrent, havde søgt Løsningen ad hel anden Vej. Han havde efter adskillige Forsøg i Aarene 1786 og 1787 paa Potomak søgt Kongressen om Delagtighed i Fitchs Privilegium, men havde, som vi ved, faaet Afslag. Han var derefter gaaet til England, og virkede nu der for at komme frem.

Det Bevægeapparat, han brugte, var en Pumpe, som øste Vand ind i et Rum over Baadens Kjøl og derefter sprøjtede det agterud. Det var ikke noget nyt, thi Bernouilli havde allerede længe forinden omtalt det som værd at forsøge, og senere da Rumsey viste Franklin sine Planer, raadede denne ham ivrigt til at experimentere dermed. Franklin ansaa det for at staa langt over Skovlhjul, idet han gik ud fra, at disse maatte sænkes ned i Vandet til Hjulaxlen, hvorved en altfor stor Kraft vilde gaa tabt. Rumsey prøvede da dette Maskineri, men opnaaede kun et yderst tarveligt Resultat, hvad der bevægede ham til at opgive det igjen for at forsøge sig med lange Stager, der skulde sættes i Bevægelse af Dampmaskinen, og for hver Gang, den gik rundt, støtte mod Bunden og derved drive Baaden frem, ganske paa samme Maade, som vore Pramme endnu stages fremad. Dog dette behagede heller ikke; ligeoverfor det var den gamle Methode dog bedre; han slog altsaa om igjen og tog nu i 1790 Patent paa den.

Hvordan det skulde gaa til, kan sees af Figur 87, som er en nøjagtig Gjengivelse af

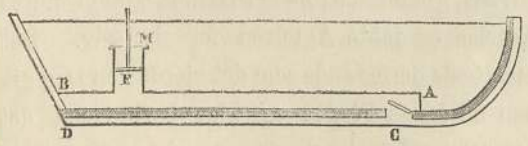


Fig. 87. James Rumseys Baad; efter Tegning af ham selv.

en af de Tegninger, der ledsagede hans Ansøgning til den amerikanske Kongres. CD er Baadens Bund; den er gjennemboret ved C og bærer der en opadgaaende Klap A. Stemplet F sættes i Bevægelse af Dampmaskinen og suger, naar det gaar op, Vand ind i Pumpen AFB gjennem Klappen A, som strax igjen lukkes, naar F gaar ned; Vandet presses da ud gjennem en anden ved BD anbragt Klap, og Baaden trykkes nu fremad som Følge af Sidetrykket.

Det var paa det Apparat, Patentet blev udtaget i London, og det lykkedes at interessere en der bosiddende rig Amerikaner og nogle andre Venner for det, saa at han ved deres Hjælp blev istand til at træffe alle Forberedelser til nye Forsøg. Han arbejdede i et Par Aar paa at faa alt ordnet og kom virkelig saa vidt, at der kun manglede at lægge den sidste Haand paa Værket; da døde han pludselig og naaede saaledes ikke at se Arbejdet fuldført. Med ham faldt det hele sammen; Baaden blev vel gjort færdig af hans Venner og sat i Vandet i Februar 1793, og det viste sig, at den kunde overvinde Strøm og Vind; men ingen tog sig forresten videre af Sagen selv.

Kom der da end saaledes intet direkte ud af Rumseys Arbejder, saa fik han dog alligevel indirekte en stor Indflydelse paa Dampsejladsens endelige Fremkomst, thi det var ham, som henledte Fultons Opmærksomhed paa Vigtigheden af denne Sag.

TREDIE KAPITEL.

ROBERT FULTON. — SAMMENTRÆF MED RUMSEY. — STANHOPES FORSØG. — OPHOLD I FRANKRIG. — TORPEDOER. SYMIMGTON. — LIVINGSTON. — FORSØG MED DAMPBAAD PAA SEJNEN. — HENVENDELSE TIL BONAPARTE. — NYT OPHOLD I ENGLAND. — AFREJSE TIL AMERIKA.

Robert Fulton blev født i Pensylvanien 1767 af irske Forældre, fattige Folk, som vare tyede over til den nye Verden sammen med saamange af deres Landsmænd for der at søge den Lykke, de ikke fandt i Hjemmet. Allerede som ganske lille Dreng mistede han sin Fader.

Efter at have nydt en tarvelig Undervisning i Læsning og Skrivning i en Landsbyskole, sendtes han i en meget ung Alder ind til Philadelphia for der at komme i Lære hos en Guldsmed; men Haandværket tiltalte ham ikke. Han havde et medfødt Talent for Tegning og Malning, som drog ham med uimodstaaelig Magt fra Polerstaalet og Smeltediglen. Saasnart han kunde komme til, øvede han sig derfor i Brugen af Sortkridtet og Penselen, og han bragte det ved stadig Flid og Udholdenhed saa vidt, at han i sit syttende Aar var istand til at forskaffe sig ikke ubetydelige Indtægter ved sine Malerier. Hvad han producerede af Portræter og Billeder, gik han om med fra Herberge til Herberge og solgte, og Fortjenesten gik saa godt, at han bestemte sig til at opgive Professionen og nedsætte sig som Miniaturmaler. Det gjorde han da, og Heldet fulgte ham; han tjente sig en lille Sum, kjøbte sig for den en Gaard paa Landet, som han skjænkede sin Moder, og blev i nogen Tid hos hende.

Saa drog han ind til Philadelphia igjen og kom der til at omgaaes en Del af de mere betydelige Personligheder, blandt andre en vis Samuel Scorbitt, som slaaet af hans gode Anlæg for Malerkunsten raadede ham at tage til England, hvor han i Benjamin West, deres Landsmand, som stod i Spidsen for det i 1768 oprettede Kunstakademi, sikkert vilde finde en Ven og Vejleder. Da han desuden fik samme Raad af Franklin, bestemte han sig virkelig til at rejse, og kort efter indskibede han sig altsaa, forsynet med de fornødne Rejsepenge af den omtalte Scorbitt.

Han blev, som man havde spaaet ham, ogsaa modtaget med aabne Arme af West, der lod ham bo hos sig og gav ham Raad og Vejledning; men det varede kun et Par Aars Tid, saa blev han kjed af det, begyndte at mistvivle om at kunne bringe det til noget virkelig betydningsfuldt i den Retning, og fik desuden en anden Passion, — kort sagt han opgav Malningen, som han før havde opgivet Guldsmederiet, færdig til at kaste sig over det, der nu vinkede ham, og til hvilket han ogsaa var aller bedst oplagt. Det var Mekanik; alleslags mekaniske Sager havde altid interesseret ham, men nu, da han kom til at leve i Fabrikslandet, hvor saameget nyt var at se, nu havde han ingen Ro længer til at sidde stadig ved Lærredet, han maatte paa en eller anden Maade have med den Slags Ting at gjøre. —

Han drog til Exeter i Devonshire, derfra til Birmingham, og i denne sidste By opholdt han sig et Par Aar, beskjæftiget paa en af Fabrikkerne som Maskintegner. Det var her, han tiltrak sig Hertugen af Bridgewaters og Grev Stanhopes Opmærksomhed og vandt deres Gunst. At han var om sig og brugte sine Øjne, det kan man vel forstaa; han lod ingen Lejlighed til at lære gaa ubenyttet og samlede sig ogsaa en betydelig Mængde Kundskaber.

I 1788 mente han, at det var bedst at gjøre sig dem nyttige paa egen Haand; han havde Lyst til at tage fat selv og prøve sine Kræfter, han opgav derfor Pladsen paa Fabrikken og drog nu tilbage til London igjen. Og her var det da, at han for første Gang fik Ideen om Dampsejlads, idet han kom sammen med sin Landsmand Rumsey, der, som man vil erindre, just da laa i London og virkede for sine Projekter. Rumsey fortalte ham, hvad han havde for, paaviste ham de store Fordele, man vilde faa ved at benytte Dampkraften tilsøs, og Fulton indsaa naturligvis tilfulde Rigtigheden deraf. Men længere gik Enigheden mellem dem heller ikke; da Methoden kom paa Tale, og da Rumsey forelagde sine Planer, at drive Skibet fremad ved Hjælp af en Pumpe, saa paapegede Fulton strax denne Methodes Mangler fremfor Anvendelsen af Skovlhjul og bestræbte sig af al Magt for at faa Rumsey til dog endelig at opgive Pumpen og benytte Hjulene; men som bekjendt kom Rumsey aldrig til at se hverken det ene eller det andet af Systemerne

praktisk anvendt, da jo Døden pludselig bortrev ham.

Nu var det saa, at den omtalte Grev Stanhope, som gav sig meget af med Physik og Mathematik, netop samtidig havde en Del Forsøg for over Dampsejlads; han havde ladet en stærk Maskine indsætte i en Baad og laa nu og prøvede paa at sejle, idet han til Bevægeapparat brugte et lignende Maskineri, som Jouffroy, et Slags Palmipede. Det vidste Fulton, og da han havde faaet den urokkelige Overbevisning, at intet i den Retning kunde sammenlignes med Skovlhjul, skrev han til Greven og raadede ham fra at gaa videre i sine Forsøg med det Apparat, han havde, anviste ham Skovlhjul som de rette Midler og endte med at stille sig til hans Herligheds Raadighed til at udføre Projektet. Men Greven vilde intet vide herom, og Fulton blev da, hvor han var.

I den nærmeste Tid derefter fik han nu ikke Lejlighed til videre at forfølge denne Tanke; andre Problemer dukkede op, som hans livlige Aand strax søgte at gjøre noget ud af. Han indsendte saaledes i 1794 et Forslag til et nyt System for Kanalanlæg til Regjeringen, et Forslag, som gik ud paa, at man kun skulde give Kanalerne et ringe Gjennemsnit, og at man i Stedet for Sluser skulde anvende Skraaplaner, over hvilke man ved Hjælp af Damp- eller Vandkraft kunde løfte Baadene, hvis Drægtighed da ikke maatte overstige 8—10 Tons. Han udkastede desuden Planer for Veje, Jernbroer og Vandledninger. Men hverken Regjeringen eller private vilde have noget med hans Forslag at gjøre; man tog ikke engang Notits af en Bog, han udgav, for at gjøre de samme Ideer bekjendte i en større Kreds. Desuden havde han mange andre Ting for; han fandt paa en egen Slags Plove til at lette Udgravningen af Kanaler, han lavede en Mølle til at save og polere Marmor, han konstruerede en Maskine til at spinde Hør og Hamp og en anden til at slaa Reb, — og paa alt det tog han Patenter, fik ogsaa en Hædersmedaille og et Par anerkjendende Skrivelser fra lærde Selskaber, men noget egenligt Udbytte, det fik han ikke deraf. Derover blev han kjed af at leve i England; han mente, man paaskjønnede ham ikke nok og gjorde ikke nok for ham, og han bestemte sig derfor til at forlade den utaknemmelige Nation og drage til Frankrig, hvor han ventede ganske anderledes at komme frem.

Sidst i 1796 kom han da til Paris og satte sig strax i Bevægelse for at faa Ministeriet og Finantsmændene til at interessere sig for Kanalsystemet, men med endnu mindre Held; man vilde her endog langt mindre give sig af med det Projekt end i England, saa det blev nødvendigt at slaa ind paa noget andet.

Den politiske Tilstand var jo i det Øjeblik saadan, at Frankrig havde Krig paa alle Kanter; Østerrig, Preussen og England havde indgaaet en Koalition imod det, men Revolutionen havde kjæmpet heldig imod dem og endog erobret Belgien og Landet indtil Rhinen. Men medens Krigen saaledes førtes heldig tillands, havde England ubetinget Herredømmet tilsøs, og det benyttede den Overvægt, dets Flaade gav det, til at udøve et Tryk paa hele Skibsfarten, som følte lige saa smertelig af de Nationer, der igrunden stod udenfor, som af Frankrig selv, hvis Indførsel det gjaldt at standse. „Frit Skib, frit Gods“ var en Sætning, England ikke respekterede, dets Krigsskibe overhalede alle andre Nationers Fartøjer, uden Hensyn til, hvad Flag de sejlede under.

Det var for at modvirke dette Tryk og skade Engelskmændene saa meget som mulig, at Fulton i 1797 begyndte en Række Forsøg med undersøiske Miner, som skulde kunne sprænge de fjendtlige Skibe i Luften. Selv at afholde de dertil fornødne Omkostninger, det formaaede han ikke, men Direktoriet, som skulde have Nytten af dem, det tvivlede han ikke om vilde understøtte ham. Han henvendte sig da altsaa til det, men fik det Svar, at man ikke

kunde indlade sig med ham; Krigsministeriet havde ikke fundet hans Planer realisable. Derover tabte han dog ikke Modet; tværtimod, han fik konstrueret en Model til et undersøisk Skib, og med den fremstillede han sig paany og blev denne Gang bedre modtaget.

En Kommission blev nedsat for at underkaste Baaden en Prøve, og den afgav en for ham særdeles gunstig Betænkning, saa at han havde al Grund til at antage, at man nu vilde tage sig af ham. Men hvordan det gik og ikke gik, man var dog ikke fornøjet; han fik efter megen lang Ventetid det Svar, at man aldeles ikke kunde gaa ind paa hans Planer.

Med alle disse Forhandlinger vare tre Aar gaaede hen, og han havde sat alt til paa at trænge igjennem; Skuffelsen var derfor stor, og Ærgrelsen over Tabet ikke mindre. At lade Planerne ligge uden at forsøge det yderste, det var han ikke tilsinds til, han tænkte da, at vilde den franske Regjering ikke indlade sig med ham, saa vilde maaske den hollandske; men ogsaa heri forregnede han sig, Hollænderne vilde lige saa lidt have med ham at gjøre som deres Naboer.

Da stod Fulton med fuldkommen tomme Hænder; han havde intet at virke med, intet at haabe fra det Offenliges Side. Det gjaldt nu at virke privat, at tage fat i det smaa og gjøre de medfødte Evner saa frugtbringende som mulig, og dertil kom hans Anlæg for Malerkunsten ham fortrinlig til Hjælp.

Sagen var den, at han i den lange Tid, han opholdt sig i Paris, boede hos sin Landsmand Joel Barlow, der 1788 var rejst til Frankrig og der havde sluttet sig til Revolutionen og faaet fransk Borgerret; Barlow var en overordenlig livlig Personlighed, først Feltpræst, siden Advokat, derefter Politiker og foruden alt det Digter, en Mand, som kjendte alle og kjendtes af alle, og hvis Forbindelser Fulton benyttede sig af til at komme sammen med Byens første Ingeniører og Videnskabsmænd. Denne Barlow havde nu faaet den Ide at indføre det nys opfundne Panorama i Paris, og efter hans Opfordring skulde Fulton male Billederne dertil. Dette skete da virkelig ogsaa, saa Fulton kom til at male de første Panoramabilleder, der nogensinde ere blevne foreviste Pariserne. Spekulationen lykkedes glimrende, Tilløbet var stort, og hvad der naturligvis var det vigtigste, der kom betydelige Penge ind, saa Fulton fik Midler til atter at fortsætte sine Forsøg.

Direktoriet var imidlertid bleven opløst, og Bonaparte bleven Konsul; af ham ventede Fulton at faa, hvad han aldrig havde kunnet opnaa hos den gamle Regjering, og denne Gang blev han heller ikke skuffet. Han skrev til ham og gjorde ham bekjendt med sine Arbejder samt forlangte en ny Kommission nedsat til at bedømme, hvad han havde for. Dette skete, og da Kommissionen var tilfreds med hans Planer, bleve Penge ham anviste til at anstille Forsøgene.

Og nu fulgte da i 1800 og 1801 en lang Række Forsøg med Miner og Dykkerbaade, først i Rouen og Havre, siden i Brest. Minerne, som han gav Navnet Torpedoer, vare store med Krudt fyldte Kobberkasser, som han ved Hjælp af sin Dykkerbaad Nautilus lagde ud, hvor det skulde være. Han kunde naarsomhelst komme op over Vandfladen med Baaden og atter lige saa hurtig forsvinde igjen; dens Bevægelse var fuldkommen i hans Magt. Engang paatog kan sig at løbe ud og sprænge et Fartøj, som laa for Anker paa Rheden, i Luften, og man saa virkelig, hvorledes han løb ud med Torpedoen og fik den anbragt, og Skibet sprang et Kvarterstid efter i Luften og slyngedes i Stumper og Stykker over 100 Fod tilvejrs, hvilket naturligvis vakte uhyre Opsigt. De engelske Krigsskibe, der krydsede frem og tilbage ved Kysterne, vilde han især grumme gjerne tillivs, og han laa stadig paa Lur efter dem. En Dag var han da ogsaa ude efter en saadan Krydser, et Skib paa 74 Kanoner, som kom

sejlende ind imod ham; han dukkede under og forsvandt, men Engelskmanden vendte pludselig om, og da Nautilus kom op igjen, var han allerede langt borte, saa han fik hverken ham eller nogen anden, endskjøndt han laa i flere Maaneder og spejdede.

Var altsaa end Opfindelsen i og for sig god nok, saa havde han ialfald intet Held med sig til at ødelægge Fjendens Skibe, og da han naturligvis lige fuldt blev ved at trække Penge og sende Forslag og Begjæringer ind til Regjeringen, saa begyndte Bonaparte lidt efter lidt at blive utaalmodig og komme paa den Tanke, at den Vigtighed, han oprindelig havde tilskrevet saadanne Ødelæggelsesmidler, dog mulig var mindre, end han havde tænkt, og da Fulton til Gjengjæld blev i samme Grad mere paatrængende, som Regjeringen blev lunken, saa endte Historien med, at man en skjønne Dag sendte ham den Besked, at Regjeringen ikke længer kunde befatte sig med den Slags Forsøg.

Om nu Fulton allerede, inden man definitivt afslog at have med ham at gjøre, har haft en Fornemmelse af, at det vilde blive Enden paa Legen, det lade vi staa uafgjort, endskjøndt det, som det følgende vil vise, ikke er usandsynligt; har det været Tilfældet, da har man deri en Forklaring paa, hvorfor han midt under alt dette gjorde en Rejse til Skotland, som strax skal omtales, og saa har Dampsejladsen igjen staaet for ham, som noget, han kunde gjøre noget ud af. Vist er det da ialfald, at han nu maatte opgive sine Mineprojekter, og at han mistvivlede om at kunne udrette mere i Frankrig; fem Aar vare forløbne, siden han kom til Paris, og intetsomhelst havde han i Virkeligheden faaet sat igjennem. Han var træt af at gaa der længere og længtes vel ogsaa efter at komme hjem; nok er det, han belavede sig paa at rejse og var alt ifærd med at træffe de sidste Dispositioner til at tage bort, da han tilfældig traf den Mand, der for Alvor førte ham ind i Dampskibsprojekterne igjen og gav det sidste Stød til at Dampsejladsen lykkedes, Robert Livingston, Fristaternes overordenlige Gesandt i Paris.

Førend vi dog imidlertid gaa over til nærmere at omtale, hvad dette Sammentræf førte med sig, maa vi i et Øjeblik opholde os ved det omtalte Besøg, han i Juli 1801 har aflagt i Skotland, mulig alene for at overvære de Forsøg med Dampbaade, som kom frem deroppe netop paa den Tid. Vi formaa ikke bestemt at angive, om det er disse Forsøg alene, der har lokket hâm derop, ej heller, naar han er rejst, eller naar han er kommen tilbage derfra, men saameget er vist, at paalidelige Dokumenter forsikre, at han har været der i Juli, og Opholdet maa have været meget kort, thi i August samme Aar har han afsluttet de Prøvefarter i Brest, som endte med Regjeringens Afslag.

De skotske Forsøg, vi sigte til, skyldtes den alt omtalte Symington, der som man vil erindre, havde maattet opgive de Ideer, han i 1789 havde haft isinde at realisere sammen med Patrick Miller og Taylor. Der var siden den Tid forløbet ikke mindre end tolv Aar, og han havde i hele det Mellemrum aldeles ikke befattet sig med Sagen. Nu var han imidlertid atter kommen i Bevægelse, denne Gang efter Tilskyndelse af Lord Dundas, der som en af Hovedejerne af Kanalen mellem Forth og Clyde var meget interesseret i at faa et nyt Transportmiddel fremfor den kostbare Hestekraft, der maatte anvendes til at trække Baadene gjennem Kanalen. Lord Dundas havde hørt Tale om de tidligere Forsøg i Dalwinston, havde opspurgt Symington og anmodet ham om at tage fat igjen; og denne Gang fik Symington stillet noget virkelig brugbart paa Benene.

Hans Baad, som var opkaldt efter Lordens Datter, den senere Lady Milton, fik Navnet Charlotte Dundas og var i enhver Henseende vellykket. Den var forsynet med en dobbeltvirkende Maskine, der arbejdede med to Cylindre, saaledes at de omtrent som i vore nu-

værende Dampmaskiner afvexlende understøttede hinanden; den lignede overhovedet meget vore nuværende Dampbaade i den hele indenbords Konstruktion, i Ydre derimod afveg den fra dem deri, at den kun havde et Hjul, som sad forude.

Med denne Dampbaad anstillede Symington da i Marts 1802 et fuldkommen afgjørende Forsøg; Lord Dundas havde kjøbt to Transportbaade, som den fik paa Slæb, og med dem efter sig løb den i sex Timer ind til Glasgow, hvilket repræsenterede en Hastighed af omtrent 1 dansk Mil i Timen, endskjøndt den havde at kjæmpe mod stærk Modvind, som umuliggjorde alle andre Baades Sejlads paa Kanalen. Dette Resultat var saa gunstigt, at Lorden ikke kunde tro andet, end at Medejerne af Kanalen strax maatte gaa ind paa at antage det nye System; men heri blev han skuffet. De ankede imod det, at Hjulet satte Vandet i en alfor stærk Bevægelse, saa stærk at man maatte befrygte, at Brinkerne kunde tage Skade deraf; de frygtede altsaa, at den Besparelse i Transportomkostninger, man vilde faa ved den nye Sejlads, skulde gaa med til Vedligeholdelse af Kanalen, ja ikke engang strække til dertil.

Lord Dundas var imidlertid saa overbevist om, at man maatte kunne tjene derved, at han ikke lige strax vilde give tabt, men tværtimod gjøre alt, hvad han kunde, for at sætte sin Mening igjennem, og navnlig vilde han da begynde med at bearbejde Ejerne en for en. I den Hensigt bestemte han sig til først at at tale med Hertugen af Bridgewater, som var den, der havde arbejdet ivrigst paa at faa Kanalen gravet og tillige havde de fleste Penge staaende i den; og hans Anstrængelser lykkedes der, Hertugen indvilligede ikke alene i at prøve det nye System, men han anmodede endog Symington om at konstruere 8 Baade til efter samme Model som Charlotte Dundas.

Det saa da altsaa ud, som om Symington skulde blive den, der for Alvor bragte Dampsejladsen frem; men det gik alligevel helt anderledes. Han tog strax til Edinburgh for at sætte Baadene i Arbejde og traf alle Dispositioner til Planens Realisation, da han pludselig fik det Tordenbudskab, at Hertugen var død. Dermed faldt alt sammen igjen; de øvrige Ejere af Kanalen bleve ved den Mening, de alt havde fremsat, og der var intet mere for Symington at udrette. Charlotte Dundas kom aldrig mere i Fart. Hvad ham selv angaar, da blev der i 1825 udbetalt ham 100 £ og Aaret efter endnu 50 £ til af Kongens Kasse som Belønning for hans Arbejder i Dampsejladsens Tjeneste. Han ansøgte senere Regjeringen om Pension, men fik den ikke; derimod blev han paa sine gamle Dage understøttet af Lord Dundas.

Det var nu disse Forsøg, Fulton fik Lejlighed til at overvære, og han nøjedes ikke med kun at være Deltager i en af Farterne, men han tog ogsaa Tegninger af Baaden med sig og gjorde overhovedet de Optegnelser, han lystede. Følgende af Bovie i hans Værk om Dampsejlads anførte Udsagn af den Fyrbøder, der passede Maskinen, da Fulton var tilstede, angiver det nærmere om dette hans Besøg; Beretningen er yderligere bekræftet af Robert Dundas og endnu en anden Deltager i Forsøgene.

„Det traf sig en Dag i Juli 1801, medens Symington anstillede sine Forsøg for Lord Dundas, at en Fremmed viste sig ved Kanalen og bad om Tilladelse til at gaa ombord. Han kaldte sig Fulton og sagde, at han hørte hjemme i Amerika, og at han agtede snart at rejse hjem igjen. Da han havde hørt tale om vore Forsøg med Dampbaaden, vilde han ikke, sagde han, forlade Skotland uden at aflægge Symington et Besøg, og han haabede, at man vilde give ham Lov til at bese Maskinen og meddele ham Underretning om de Principer, hvorefter den var konstrueret. Fulton bemærkede tillige, at hvormegen Gavn end Storbrittanien kunde faa af Dampsejladsen, saa vilde den dog have langt større Betydning for Nordamerika, fordi der

derovre findes saamange sejlbare Søer og Floder, og fordi man der har Overflod af Træ til Baadene og Brænde til godt Kjøb. Han erklærede ogsaa, at hvis Symington vilde konstruere lignende Fartøjer i Amerika eller overdrage en anden at konstruere dem, saa vilde han være villig til at paatage sig saadant. Dette Ønske vilde Symington imidlertid ikke gaa ind paa, og da han desuden var kjed af den Fremmedes Paatrængenhed, saa gav han Ordre til at fyre op under Kjedlen og sætte Baaden i Gang. Mange andre kom ombord foruden Fulton, og Baaden sejlede med dem fra Bassinet Nr. 16 fire Mil mod Vest og kom tilbage igjen efter 1 Time 20 Minuters Forløb, hvilket svarede til en Hastighed af 6 (engelske) Mil i Timen, — alt til stor Forundring for Fulton og de andre Passagerer.

Fulton udbad sig og fik Tilladelse til at gjøre nogle Optegnelser og fik af Symington en Skizze af Baadens Form og Dimensioner og øvrige Konstruktion."

Saadan lyder Beretningen, og det fremgaar klart af den, hvor forhippet Fulton har været paa at faa alting rigtig at se; om han i det Øjeblik har haft til Hensigt siden at benytte noget, af hvad han saa, det vide vi ikke, men vist er det, at han ialfald ikke fik Brug for det; hans Dampbaad blev væsenlig anderledes end Symingtons. Dog derom mere i det følgende; vi vende nu tilbage til hans Møde med Livingston.

Robert Livingston var oprindelig Advokat og var en af dem, som redigerede Fristaternes Uafhængighedserklæring; han var i 1789 bleven Unionens Kantsler, i hvilken Egenskab han modtog Washingtons Ed som Præsident, og han var nu endelig i 1801 bleven sendt som overordentlig Gesandt til Paris for at underhandle om Luisianas Afstaaelse til Unionen. Men det var ikke blot med Politik han befattede sig; alt hvad som kunde bidrage til hans Fædrelands materielle Opkomst, forbedrede Kommunikationsmidler, Fremskridt i Agerbrug, industrielle Foretagender o. s. v. var Gjenstand for hans Omsorg, og blandt alt dette var Spørgsmaalet om Dampsejlads ingenlunde det, han med mindst Iver tog sig af. Sammen med en Englænder ved Navn Nisbett og den senere som Konstruktør af Themstunnelen berømte franske Ingeniør Marc Isambert Brunel havde han i 1797 paa Hudsonfiden anstillet en Række Forsøg med Modeller til Dampbaade, som navnlig gik ud paa at undersøge, hvilke Bevægeapparater der vare de bedste, enten Skovlhjul eller andre, og han havde efter disse Forsøg søgt Kongressen i New-York om Eneprivilegium paa Dampsejlads i alle denne Stats Farvande. Dette Privilegium havde man givet ham paa den Betingelse, at han i Løbet af et Aar skulde sætte en Dampbaad i Vandet, som kunde løbe en Mil i Timen; men da han ikke havde kunnet præstere saameget, havde han foreløbig maattet opgive Sagen igjen, og det havde ikke hjulpet noget, at han i 1800 slog sig sammen med John Stevens, en anerkjendt duelig Konstruktør, det var og blev ham umuligt at opfylde den forlangte Betingelse.

Nu var han da som sagt i 1801 kommen til Frankrig, og han og Fulton havde truffet hinanden; Livingston havde øjeblikkelig indset, hvilken Nytte han vilde kunne drage af den andens Talent og mekaniske Kundskaber, og da Fulton derfor kom op i Gesandtskabet for at tage Afsked, rykkede Livingston frem med hele sin Veltalenhed for at formaa ham til om ikke just at blive, saa dog at opsætte Rejsen, forat de kunde diskutere det Spørgsmaal, der interesserede dem begge, og hvis Realisation vilde være af yderste Vigtighed for deres Fædreland. Det hjalp, Fulton blev; en Slags Kontrakt oprettedes imellem dem, ifølge hvilken Livingston skulde lægge Pengene til, Fulton anstille Forsøgene. —

Man vil af det foregaaende erindre, at da Lord Stanhope havde forsøgt paa at sejle med

Damp, havde Fulton raadet ham til at anvende Skovlhjul, og man ved, at han ogsaa før havde udtalt sig saa bestemt til Gunst for Brugen af Skovhjul, at man skulde tro, at han nu, da han havde set dem anvendte i Praxis og havde overbevist sig om, at det kunde gaa med dem, ikke et eneste Øjeblik kunde være i Tvivl om, hvorvidt han skulde anvende dem eller andre Apparater til at drive sin Baad frem. Det gik dog i Virkeligheden ikke saa let for ham at vælge sig et Bevægeapparat; han var bleven forsigtig, siden han havde haft saamange Uheld selv, og han besluttede derfor at gaa frem med yderste Varsomhed og se sig vel for, førend han tog fat. Derfor begyndte han med at gjennemgaa alle de tidligere Methoder og se dem efter en for en, og saa kom han mærkelig nok til det Resultat, at Skovlhjulene dog ikke vare de bedste; det maatte være endnu bedre at anvende bevægelige Aarer, ikke som Fitch havde gjort, men saaledes, at en Rem om to Hjul trak en hel Række Aarer med sig, saa at man ganske vist kom frem paa samme Maade som ved Skovlerne paa et Skovlhjul, men her dog benyttede langt flere Skovler, idet jo Remmen kunde gjøres saa lang, det skulde være; med andre Ord, han vilde bruge et Paternosterværk.

Nu traf det sig saaledes, at Fru Barlow skulde bruge Brøndkur i Plombières, og Fulton, som var kjed af at ligge og sejle paa Sejnen til Skue for den store og nysgjerrige Mængde, tilbød at ledsage hende derud og opholde sig derude under hele Saisonen; de vandt begge derved, hun fik en Beskytter, og han fik den Ro og Ensomhed, han søgte. Derude blev da Paternosterværket prøvet hele Sommeren igjennem; men da de i Oktober kom tilbage igjen, var der endnu ikke taget nogen endelig Bestemmelse, om man skulde gaa videre med det eller ej. Tilfældet, om man saa vil, kom ham her til Hjælp. Han kom op i Conservatoire des Arts-et-Métiers og saa der en Model til en Baad, som er at se der endnu, en Model, der var konstrueret af en Uhrmager Desblancs, som havde sejlet med den paa Saônen, men haft fuldstændigt Uheld med sig. Denne Model var netop bestemt til at drives frem af et ganske lignende Apparat, og det havde vist sig, at naar det udførtes i det store, saa var det aldeles ubrugeligt. Det fik da Fulton at vide, og fra nu af opgav han ethvert andet Middel end Skovlhjul.

Efter nogle faa Forsøg, der anstilledes i Vinteren 1802—3 paa Sejnen, nærved Svaneøen, der allerede en Gang før havde været Vidne til Forsøg over Dampsejlads, lavede han sig til at bygge den store Baad, der definitivt skulde afgjøre, om Sagen lod sig realisere eller ej. Baaden blev færdig i Begyndelsen af 1803, og alt var færdigt til Prøvefarten, da netop samme Morgen, Prøven skulde anstilles, en af Arbejderne kom styrtende ind til ham og fortalte, at der var sket en Ulykke; Baaden var sunken. Den havde været altfor svag i Forhold til den store Maskine, man havde lagt ind i den, og da netop en skrap Kuling havde blæst om Natten, var den bleven slaaet i Stykker og sunken.

Man kan let tænke sig det Indtryk, det gjorde. Han ansaa efter Arbejderens Fortælling alt for tabt og ventede at se den fuldstændigste Ødelæggelse, naar han kom derud; men heldigvis var Ulykken dog ikke saa stor, — Baaden var rigtignok gaaet i Løbet, men Maskinen havde ingen videre Skade taget. Under hans personlige Medvirkning lykkedes det i Løbet af et Døgn at faa Maskinen op igjen, og da en ny Baad strax blev sat i Arbejde, var han allerede i Juli saa vidt, at han atter kunde tænke paa en Prøvefart. Den nye Baad var godt 100 Fod lang og 10 Fod bred.

Hvilken Betydning han nu selv tillagde sit hele Forehavende, kan man se af følgende Brev, som han tilskrev Direktørerne for Conservatoire des Arts-et-Métiers for at slaa sin Prioritet paa Opfindelsen fast. Brevet er endnu i Konservatoriet.

Brev fra Robert Fulton til Borgerne Molard, Bandel og Montgolfier, Videnskabens Venner.

Paris, den 4de Pluviôse Aar XI (1803).

„Jeg sender Eder hermed Udkast til Tegningerne af en Maskine, som jeg er i Begreb med at konstruere, og som det er min Agt snart at prøve i den Hensigt at faa Baade til at sejle paa Floderne ved Hjælp af Damp. Min nærmeste Grund til at beskjæftige mig med den Sag har været at faa den i Gang paa Amerikas Floder, ved hvilke der ikke findes Trækbaner, og hvor man ikke kan anlægge saadanne, hvor følgelig Omkostningerne til Dampsejlads maa beregnes i Forhold til Menneskekraft og ikke, som i Frankrig, i Forhold til Hestekraft.

I indse let, at hvis en saadan Opfindelse lykkes, saa vil den have en uendelig mange Gange større Betydning for Amerika end for Frankrig, hvor der overalt findes Trækbaner langs Floderne, og hvor man har oprettet Kompagnier, der besørge Varer transporterede til en saa lav Taxt, at jeg meget betvivler, at en Dampbaad, hvor udmærket den end maatte være, nogensinde vilde kunne konkurere med Hestekraften i Retning af Varetransporter; med Hensyn til Passagertjenesten er det derimod nok muligt, at den kunde have Fortrinet paa Grund af Hurtigheden.

I mine Tegninger ville I ikke finde noget nyt, siden det hele gaar ud paa Anvendelsen af Skovler, et Middel, som alt er bleven forsøgt mangfoldige Gange, men stadig igjen opgivet, fordi man har tænkt sig, at det var ufordelagtigt; efter de Forsøg, jeg dog nu har anstillet, er jeg bleven overbevist om, at Fejlen ikke laa i Hjulet, men i Ukyndighed i Retning af Hastigheds- og Styrkeforholdene og sandsynligvis ogsaa i de mekaniske Kombinationer.

Jeg er som Følge af mine med stor Omhu anstillede Forsøg bleven bragt til at tro, at Skovlhjul er langt at foretrække for Paternosterværker, og endskjøndt det ikke er en ny Anvendelse, jeg gjør af dem, saa er det dog vist, at hvis jeg kan indrette det saaledes, at en god Halvdel af Kraften kommer til at virke til Bevægelse fremad, saa er min Konstruktion uendelig meget bedre end enhver anden, man endnu har foreslaaet, og saa er min Opfindelse for saa vidt ny.

Ligeoverfor Spørgsmaalet om Varetransport foreslaar jeg, at man skal lade den Baad, hvorpaa Maskinen er anbragt, slæbe en eller flere andre Transportbaade efter sig, og de skulle hales saa tæt ind paa hverandre, at Vandet ikke kan komme til at strømme ind mellem dem og gjøre Modstand. Jeg har allerede angivet dette i mit Patent paa de smaa Kanaler, og det er aldeles uundgaaelig nødvendigt, naar det gjælder at lade en Dampmaskine slæbe Transportbaadene.

For Exempel.... (her følge Tegninger og Beregninger).

Borgere!

Saasnart mine Forsøg ere endte, skal jeg have den Fornøjelse at indbyde Eder til at se dem, og hvis de lykkes, saa forbeholder jeg mig Ret til enten at overlade Republiken mine Arbejder, eller selv at drage al den Fordeel af dem, som Loven hjemler mig Ret til. For Øjeblikket betror jeg Eder mine Optegnelser, for ligeoverfor ethvert lignende Forslag, der mulig maatte fremkomme, førend mine Forsøg ere tilendebragte, at dokumentere, at jeg har Forretten.

Hilsen og Ærbødighed.

Robert Fulton."

Den 9de August 1803 kom da endelig hans Baad til at sejle paa Sejnen i Overværelse

af et stort Antal Tilskuere. Dagen før havde Fulton skrevet til Akademiet og indbudt dets Medlemmer til at tage Del i Forsøgene, og Akademiet havde som Følge deraf blandt andre sendt Bougainville, Bossut, Carnot og Périer derud. Nu sattes Baaden da i Gang, og den formaaede at løbe mod Strømmen med en Hastighed af noget over $\frac{3}{4}$ Mil i Timen.

Følgende Skildring af et Øjenvidne angiver det nærmere om dette interessante Forsøg.

„Den 21de Thermidor har man prøvet en ny Opfindelse, hvis fuldstændige og glimrende Held vil medføre de gavnligste Følger for Frankrigs Handel og indenrigske Skibsfart. I de sidste to, tre Maaneder har man i Nærheden af den Plads, hvor Dampppumpen*) staar, kunnet se en Baad med et forunderligt Udseende; den var nemlig forsynet med to store Hjul, der ligesom et Par Vognhjul sad fast paa en Axel, og bagved disse Hjul stod der en Slags stor Kakkelovn med Rør, som man maatte antage for en Dampmaskine, der skulde sætte baade Hjulene og Baaden i Gang. Nogle ondskabsfulde Mennesker have for et Par Uger siden ladet den gaa tilbunds, men Ejeren har igjen repareret Skaden og har nu høstet den mest smigrende Belønning for sin Møje og sit Talent.

Blot med tre Mands Hjælp satte han, Klokken 6 om Eftermiddagen, sin Baad i Bevægelse med to andre paa Slæb, og i halvanden Time nød den nysgjerrige Hob det usædvanlige Skue at se en Baad blive drevet frem af Hjul ligesom en Vogn; Hjulene vare forsynede med Vinger eller Aarer, og bleve satte i Bevægelse af en Dampmaskine.

Ved at følge ham langs Kajen fik jeg det Indtryk, at han, da han gik mod Strømmen, løb med samme Hastighed som en Fodgænger, der har Hastværk; da han derimod gik tilbage igjen, løb han betydelig hurtigere. Han løb ialt fire Gange frem og tilbage mellem Bons-Hommes og Chaillotpumpen og gik med stor Lethed baade tilhøjre og tilvenstre; en Gang kastede han Anker, men satte sig saa igjen i Fart og passerede forbi Svømmeskolen.

En af Baadene optog ved Kajen flere af Institutets Videnskabsmænd og Kommissærer, blandt andre Borgerne Bossut, Carnot, Prony, Volney o. s. v. Uden Tvivl ville de afgive en Beretning, der yder denne Opfindelse al den Anerkjendelse, den fortjener; thi naar denne Mekanisme bringes i Gang paa vore Floder, Sejnen, Loiren, Rhonen, vil den sikkert have de gunstigste Følger for vor indenrigske Skibsfart. De Transporter, der nu bruge fire Maaneder om at gaa fra Nantes til Paris, ville med den kunne gjøre det samme i 10 à 14 Dage. Ophavsmanden til denne herlige Opfindelse er en Amerikaner ved Navn Fulton, en dygtig Mekaniker."

Som man ser, vakte Forsøgene altsaa en vis Opsigt; men det var dog rigtignok kun Folk af Faget, der toge Hensyn til dem, det store Publikum, der passerede Konkordiabroen og saa Baaden ligge der, betragtede den med Ligegyldighed, dets Interesser vare andetsteds henne. Og hvor kunde det vel være andet paa en Tid, da den franske Armees glimrende Bedrifter daglig bekjendtgjordes i Byen og saa at sige berusede Befolkningen, da Efterretningerne om Sejre og Fremgang daglig strømmede ind og satte Folket i Bevægelse. Kan man da forundre sig over, at saadanne Forsøg, hvis vigtige Resultater kun saare faa havde Øje for, maatte træde i Skyge ligeoverfor alt det store, man hørte og var personlig interesseret i? At det var noget, der kunde have den største Betydning for Landet, og det ikke mindst ligeoverfor de Spørgsmaal, der netop beskjæftigede alle, det saa ingen, ikke engang Bonaparte, for hvem Dampskibene vilde kunne have faaet saameget at sige.

Fulton henvendte sig til ham og udbad sig, at Akademiet maatte afgive en offenlig Erklæring

*) Den ofte omtalte Chaillotpumpe.

om Sagen, og han tilbød at overlade Regjeringen sine Planer, hvis Akademiet kom til det Resultat, at de duede noget. Men Bonaparte var bleven kjed af at have med ham at gjøre; han huskede altfor vel, hvor lidt der var kommen ud af Forsøgene i Brest, og hvormeget de havde kostet, til at han nu skulde gaa ind paa nye Projekter med den samme Mand. Det hjalp ikke, at Louis Costaz, Tribunatets daværende Præsident, paatog sig at virke for Sagen; han var selv overbevist om Betydningen af Dampsejladsen og havde selv været tilstede ved Forsøgene, men al hans Iver for at indvirke paa Førstekonsulen til Gunst for Foretagendet nyttede ikke. Bonaparte var overrendt af Projektmagere, der kun havde til Hensigt at arbejde sig selv frem; han ansaa ikke Fulton for bedre end alle de andre, og han erklærede kort og godt, at han intet vilde vide af ham at sige.

Man vil nu maaske forundre sig over, at Bonaparte var saa rask til at forkaste Fultons Tilbud, især i det Øjeblik, da han just var ifærd med at træffe Forberedelser til en Landgang i England, men det er dog et Spørgsmaal, om man i saa Tilfælde ikke selv dømmer for hastigt og lader sig lede til at drage Slutninger fra det, man har set er lykkedes, til at det ogsaa da kunde lykkes. Man maa dog vel erindre, at der i Fultons Forsøg var endnu meget at rette, inden de kunde føres ud i det praktiske Liv; man maa huske, at hverken Fulton eller nogen anden havde tænkt sig Dampskibene eller rettere Dampbaadene, thi andet var de endnu ikke, anvendelige til Transporter paa rum Sø, og saa maa man fremfor alt ikke glemme, at selv om Bonaparte aldrig saa gjerne havde villet tage sig af Sagen, saa var den i Virkeligheden saa vanskelig, at man kunde fristes til at sige umulig for ham at bringe frem, saasom der i Frankrig ikke fandtes et eneste Maskinværksted, der kunde levere ordenlige Maskiner, ikke en eneste Arbejder, der var fortrolig med Udboringen af Cylindre o. s. v. Det er virkelig ikke formeget sagt, at England da endnu sad inde med Eneprivilegiet paa at kunne lave Maskiner; man maatte lægge Vejen over England, naar man vilde tænke paa i en rimelig Fremtid at faa Dampsejladsen bragt istand, og det maatte gaa som det gik, Fulton maatte over Kanalen og maatte have en engelsk Maskine, han kunde ikke faa en, som duede noget, andetsteds fra.

En anden Sag er det, at det for en Franskmand, der kaster et Blik tilbage i Tiden, maa være sørgeligt at se, at Dampsejladsen saa mange Gange har været hans Fødeland tilbudt, og at det dog ikke fik Æren for at bringe den frem. Vil man i Virkeligheden gjenkalde sig de mange Forsøg, da vil man se det. Det var en Franskmand, Denis Papin, der fik Ideen; det var en anden Franskmand, Marquis d'Auxiron, der var meget nær ved at realisere Tanken i 1774; en tredie fransk Borger, den begavede Jouffroy, kunde ikke komme frem paa Grund af Mangel paa Tilslutning, og saa foruden alle dem kom Fitch over fra Amerika og tilbød Frankrig Opfindelsen, og nu løste Fulton definitivt Spørgsmaalet og satte det ogsaa til Frankrigs Raadighed, og endda blev det et andet Land, der tog Æren. Men han maa søge Skylden i Tidernes Ugunst og trøste sig med, at fik Frankrig ikke dette med, saa har det i samme Periode bragt saa uhyre meget godt og fortrinligt frem, at det endda har nok at rose sig af.

For Fultons Vedkommende maa man ikke tro, at dette gav ham noget Knæk; han havde, som man af hans ovenfor anførte Brev vil se, altid kun tænkt paa den Nytte, hans Fødeland kunde have af Opfindelsen, og da det nu ikke gik for ham i Frankrig, saa søgte han for Alvor at trænge igjennem i Amerika.

Livingston skrev i den Anledning til Kongressen og gjorde den bekjendt med de gunstige Resultater, Forsøgene i Paris havde givet, samt androg paa Forlængelse af det Patent,

han alt tidligere havde faaet. Han fik det ogsaa, fik Eneprivilegium paa at drive Dampsejlads i alle Staten New-Yorks Farvande og fik det, lydende paa ham selv og Fulton, forlænget til at gjælde tyve Aar fra 1803 at regne. Man stillede blot den ene Betingelse, at han skulde være pligtig til i Løbet af to Aar at levere en Dampbaad, der kunde sejle 4 engelske Mil i Timen.

Saasnart dette Privilegium var kommen de to Kompagnoner i Hænde, skrev Livingston strax til Bolton og Watt og bestilte hos dem en Maskine, hvis Størrelse og nærmere Indretning Fulton leverede Tegningen til; hvad den skulde bruges til, det omtalte han ikke. Den blev strax sat i Arbejde, og Fulton, som kort efter blev hentet til England, kom selv til at se den blive forfærdiget.

Sagen var nemlig den, at alle de Anstalter, Fulton havde haft for i Havre og Brest med sine Torpedoer og Dykkerbaade ingenlunde vare gaaede ubemærkede hen. Man havde faaet Nys om dem i England, og da man forresten intet nærmere vidste om, hvordan det hele var, havde man den dødeligste Angst for, at der skulde komme noget ud af det til Skade for Marinen. Man havde henvendt sig til Ministeriet og spurgt, om det dog ikke vilde sætte sig i Bevægelse for at afvende Faren, og Resultatet var bleven, at man besluttede sig til at afsende en Underhandler, der skulde love Fulton 15000 Dollars, hvis han vilde overlade England sine Opfindelser. Lokket af dette gunstige Tilbud besluttede han sig da til at rejse, og forlod Paris 1804.

Men det var nu engang saaledes bestemt, at han ikke ad den Vej skulde naa den Berømmelse, han tragtede efter; man kom til det samme Resultat i England som forhen i Frankrig, at hans Projekter ikke vare værd at offre ret meget paa, eller maaske snarere, man søgte at frakjende dem al Værdi, fordi man ikke vilde se en Opfindelse fremmet, som kunde bidrage til at knække det Supremati tilsøs, man vilde beholde for sig selv. Vist er det ialfald, at man med Hensyn til Dykkerbaaden rentud erklærede, at den var upraktisk; hvad Torpedoerne angik, da anstillede man dog først en Række Forsøg.

En engelsk Eskadre laa udenfor Boulogne for at passe paa den franske Flotille, som var stationeret der, og man kom overens om at forsøge Torpedoerne mod disse franske Skibe. Fulton gik derfor ombord og sejlede til Boulogne, og alle Foranstaltninger bleve trufne for at ramme Franskmændene. En mørk Efteraarsnat sattes to Torpedobaade ud mod et Par franske Kanonbaade; Torpedoerne sprang, men de fjendtlige Baade toge ikke mindste Skade, man havde ikke truffet dem. Skylden derfor paastod Fulton laa hos Englænderne, som han mente havde aftalt med hverandre, at Forsøgene skulde mislykkes; han beklagede sig derfor meget lydelig derover og forlangte, at man skulde indrømme ham endnu en Prøve. Dette gik man ogsaa ind paa og bestemte, at en gammel dansk Brig denne Gang skulde være hans Offer. Den blev lagt ud paa Rheden ved Walmer, i Nærheden af Pitts Slot af samme Navn og ikke langt fra Deal, og den 15de Oktober 1805 blev Forsøget gjort. Torpedoen blev lagt ud, og Briggen sprængtes i Stumper og Stykker; men skjøndt alt altsaa løb heldig af, eller vel snarere netop af den Grund resolverede Ministeriet dog, at man ikke kunde befatte sig mere med Sagen; man tilbød at afkjøbe ham Hemmeligheden, naar han vilde gaa ind paa dermed at lade alt være godt og for Fremtiden lade det hele hvile, men det afslog han.

Medens alt dette stod paa, havde han ikke paa nogen Maade tabt det andet Spørgsmaal, som interesserede ham, Dampsejladsen nemlig, af Syne. Livingston havde, som vi ved, bestilt en Maskine hos Watt og Bolton, og Fulton skulde efter Bestemmelsen tage den med sig

til Amerika og arbejde videre med den derovre; nu, medens han var i England, skulde han tillige have et Slags Tilsyn med dens Forfærdigelse, som det, uvist af hvilken Grund, gik saare langsomt med; der hengik nemlig ikke mindre end to Aar, inden den blev afleveret. Først i Oktober 1806 kunde den afsendes, og Fulton, som selv omtrent samtidig havde indskibet sig i Falmouth og den 13de December var ankommen til New-York, modtog den der kort Tid efter. Nogle af Arbejderne fra Soho vare fulgte over med den, for at hjælpe til, naar den skulde opstilles.

FJERDE KAPITEL.

FULTONS FØRSTE DAMPBAAD CLERMONT. — REGELMÆSSIG FART MELLEM NEW-YORK OG ALBANY. — GRUNDLÆGGELSEN AF AMERIKAS DAMPSKIBSFLAADE.

Efter 20 Aars Fraværelse vendte Fulton da tilbage til Amerika sidst i 1806, og allerede otte Maaneder efter var den Dampbaad sat i Søen, som endelig leverede det afgjørende Bevis for, at Dampsejladsen kunde lykkes, og som blev det første Dampskib, der kom til at gaa i regelmæssig Fart. Men der blev ogsaa strax taget fat, og da Maskinen jo forelaa færdig, kunde han hellige alle sine Kræfter til Baadens Forfærdigelse. Den blev bestilt hos Charles Brown i New-York, og fik Navnet Clermont efter et Landsted, Livingston ejede ved Hudsonfloden.

Det var ikke noget ganske lille Fartøj, som man vil se af dets Dimensioner, der i Længden beløb sig til 160 Fod, i Breden til 16 Fod; dens Drægtighed var 160 Tons, og den dreves af et Par Skovlhjul paa 16 Fods Diameter hvert, som stak to Fod i Vandet og hvis enkelte Skovler vare 4 Fod lange. Dens Maskine var paa 20 Hestes Kraft og var en dobbeltvirkende Lavtryksmaskine med et Stempelgjennemsnit af godt 23 Tommer; Cylinderens Højde var omtrent 4 Fod. Kjedlen var 20 Fod lang, 7 Fod høj og 8 Fod bred.

Hvad ellers Maskinens Udseende angaar, da giver hosstaaende Figur 88, som er gjengivet efter en Tegning i Woodcrofts Bog om Dampsejladsens Oprindelse og Fremgang, nærmere Oplysning derom. Den ligner, som man ser, i grumme meget vore nuværende Lavtryksmaskiner til Skibsbrug, og det er udelukkende

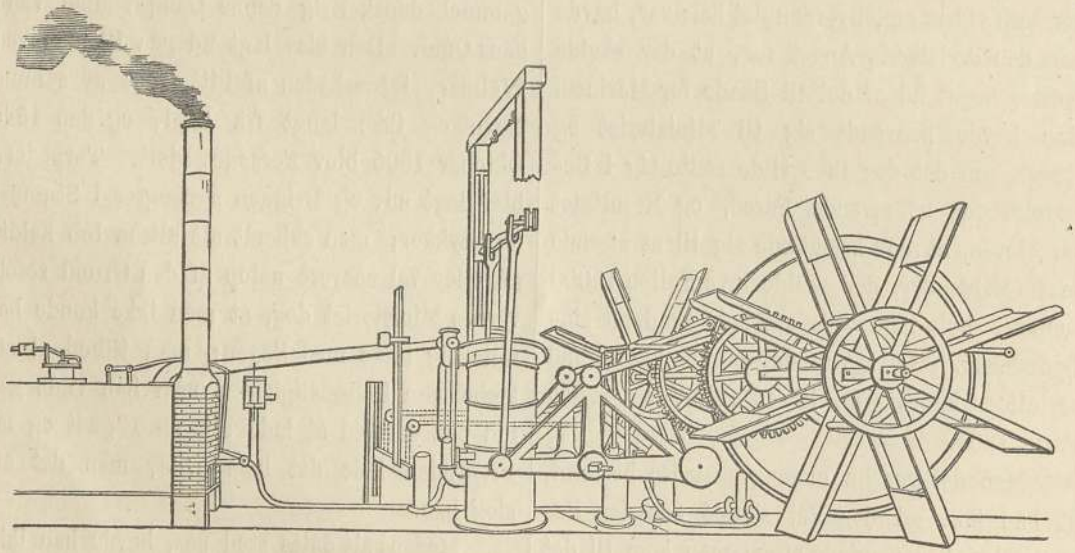


Fig. 88. Dampmaskinen i Fultons Dampbaad Clermont 1807.

Fulton selv, hvem Æren for dens Konstruktion tilhører, thi, som man vil erindre, fik Bolton og Watt sammen med Bestillingen alle fornødne Tegninger uden nærmere Opgivelse af, hvortil

Maskinen skulde bruges. Det, hvori den da væsenligst adskiller sig fra de almindelige wattske Maskiner, er at den har to Cylindre, hvis Stempler virke hver paa sin Balance, og Balancerne selv ere lagte ned paa Siden af Cylindrene, hvorved der spares Plads, og hvorved Maskinens Tyngdepunkt tillige har faaet en langt lavere Beliggenhed, end ellers, hvad der for denne Anvendelse er af stor Betydning. Da vi senere udførlig komme til at omtale Skibsmaskinerne, er der her ingen Anledning til videre at udbrede sig over denne; der skal kun slaaes fast, at Fulton strax har truffet en Række heldige Dispositioner, som vi endnu den Dag idag benytte.

At nu Bygningen af et saa stort Fartøj, hvis Bestemmelse var at sejle med Damp, ikke kunde gaa hen uden at vække Opmærksomhed og sætte Sladderen i Bevægelse, det kan man let tænke sig. Den Sag diskuteredes og delibereredes overalt, og skjøndt ingen kjendte noget til Spørgsmaalet, udtalte man sig dog naturligvis derom med tilbørlig Suffisance; de, som ikke ligefrem erklærede det hele for Galskab, ansaa det dog for Taabelighed at sætte Penge i et Foretagende, som saa ofte forhen var mislykkedes, og som der derfor, mente man, ogsaa var den største Sandsynlighed for denne Gang skulde løbe uheldig af, — og de, som dog nok vilde gaa ind paa, at Dampsejladsen engang kunde lykkes, de fandt paa Grunde, hvorved de mente at dokumentere, at med denne Baad ialfald vilde det ikke gaa; den var for stor, det kunde aldrig blive til noget at begynde med saa kolossalt et Fartøj o. s. v. Gunstig var Stemningen altsaa ikke, og Situationen var alt andet end behagelig for Fulton, som skulde holde Stand ligeoverfor alt dette, besvare alle de mange urimelige Spørgsmaal, der rettedes til ham, og saa dog høre, at man kaldte ham et Daarekistelem og hans Baad for Fultons Daarekiste. Men Stillingen blev endnu værre for ham derved, at han var nødt til for Sagens eget Fremme at være høflig mod de gode Folk, siden Udgifterne til Baaden betydelig oversteg den Sum, han og Livingston havde beregnet, og det da altsaa gjaldt at faa andre til at træde til og forstrække ham med Penge. Der tilbødes dem, som vilde være villige til at understøtte Sagen, Andel i Privilegiet og forholdsmæssig Andel i Udbyttet, men ikke en eneste vilde vove sine Penge, alle ansaa de Tilbudet som en stiltiende Tilstaaelse af, at Projektet ikke kunde realiseres.

Baaden blev imidlertid færdig i August Maaned 1807; den 10de August blev den erklæret sejlklar og allerede Dagen efter foretog den sin navnkundige Fart, Vendepunktet i Dampsejladsens Historie.

Hvorledes det gik, ved enhver; man lo og peb i Fingrene ad ham, da han gik ombord, man haanede ham, da han viste sig paa Dækket; men allerede fra det Øjeblik, da man kunde se paa ham, at han fast og urokkelig i sin Overbevisning om, at Forsøget vilde lykkes, gjorde Anstalter til at lægge fra Land, fik dog Hoben ligesom en Anelse om, at den Mand, den havde for sig, var mere end en Charlatan, den kunde gjøre Løjer med, og da endelig Signalet til Afgang blev givet, fattede man pludselig, at man skulde se noget, at man var kommen sammen for at overvære en Begivenhed og ikke for at gjøre Optøjer. Derfor blev der paa en Gang en dyb Stilhed, et forunderligt Hvil i Sindenes Bevægelse; men det varede kun et Øjeblik, — da Clermont lystrede Kommandoen og man saa, at den virkelig bevægede sig, da udbrød der en saa enthusiastisk Bifaldsstorm, at man i Sandhed maatte have en Opfinders hele Kjærlighed til sin Opfindelse, for i den Grad at gaa op i den, at man ikke et eneste Øjeblik lod sig bevæge deraf, men som Fulton udelukkende rettede Opmærksomheden paa Maskinen og dens Bevægelser. Han var saa fuldkommen optaget deraf, at han aldeles ikke gjorde sig det klart, hvilken Tri-

umph, han i det Øjeblik nød, og hvilken Hævn han fik over dem, der havde spottet.

Hans Ven og Biograph Colden har om Stemningen i det Øjeblik yttret sig paa følgende Maade. „Intet kan overgaa den Overraskelse og den Forundring, alle de følte, som vare Vidner til dette Forsøg. De mest vantro skiftede Anskuelse i faa Minutter og vare, inden Baaden endnu havde løbet ¼ Mil, fuldstændig overbeviste. Den, som ved første Blik paa dette kostbare Fartøj, havde takket Himlen for, at han havde været klog nok til ikke at lægge Penge til Udførelsen af et saa ravgalt Projekt, hans Ansigt fik nu et helt andet Udseende, efterhaanden som Clermont fjernede sig fra Kajen og satte stærkere Fart paa; et Bifaldssmil til at begynde med afløstes snart af Udtrykket for den mest levende Forbavselse. Enkelte uoplyste Personer, hvem enhver Sømmelighedsfølelse fattedes, og som havde forsøgt sig i at udslynge plumpe Vittigheder, faldt lidt efter lidt hen i en dum Gloen, og denne et mægtigt Genis Triumph aftvang Hoben de mest overdrevne Yttringer af Bifald og Jubel."

Trods alt dette var Clermont dog ingenlunde fejlfri; dens Hjul vare for store og de stak for dybt, noget Fulton strax bemærkede. Han lod dem derfor forandre og bekjendtgjorde umiddelbart efter Istandsættelsen, at fra nu af vilde hans Baad gaa i regelmæssig Fart mellem New-York og Albany, første Gang Dagen efter Bekjendtgjørelsen. Endskjøndt vel ingen efter at have set det første Forsøg kunde tvivle om, at Baaden kunde gaa, saa kunde man dog endnu ikke tænke sig Muligheden af, at en saa lang Fart (35¾ Mil) kunde lykkes, var vel ogsaa ængstelig ved Tanken om det farlige i at have Ild ombord; vist er det ialfald, at ingen meldte sig som Passager, saa han og Folkene ombord vare de eneste, der gjorde denne første Rejse.

Forsøget lykkedes imidlertid fuldstændig, og det godtgjorde, at Clermont var istand til at opfylde den af Staten for Privilegiets Indrømmelse stillede Betingelse, at løbe 4 engelske Mil i Timen. Den tilbagelagde nemlig Vejen i 32 Timer, hele Tiden med Vinden imod sig, saa at den ikke et eneste Øjeblik kunde benytte de Sejl, den af Forsynlighedshensyn havde med sig. Den gik fra New-York Mandag Eftermiddag Kl. 1 og lagde næste Dag ved samme Tid bi foran Livingstons før omtalte Landsted, efter hvilket den var kaldt op. Kl. 9 Onsdag Morgen afsejlede den atter og kom om Eftermiddagen Kl. 5 til Albany.

En forunderlig Fart har det været, og ligesom de andre Landes Blade senere har bragt lange Beretninger og mange Fortællinger om de første i disse Lande anstillede Dampskibsfarter, saaledes bragte de amerikanske Aviser en talrig Mængde Anekdoter om denne første Fart, om den Skræk, den indgjød Befolkningen langs Hudsonsflodens Bredder, om den Angst, Flodskipperne, der mødte den, led, da de om Natten saa dette lange Ukyre komme pustende og stønnende imod sig, ledsaget af en Ildhale, som skyldtes Gnisterne fra de Fyrretræsstykker, man brugte til at fyre med under Kjedlen. Nogle skjulte sig i Lasten og lode deres Skibe gaa, hvorhen de lystede, andre kastede sig paa Knæ paa Dækket og bade Vorherre fri sig for den forfærdelige Drage, der slog i Vandet, saa det skummede, og spyede Ild efter sig.

Til Tilbageturen meldte sig kun en eneste Passager, en Franskmand Andrieux, som traf Fulton siddende i Kahytten og beskjæftiget med at skrive. Paa hans Forespørgsel om han kunde komme med, svarede Fulton: „ja, hvis de tør løbe samme Fare som jeg selv", et Svar, der viser, hvordan man bedømte hele Foretagendet. Da Andrieux dernæst tog 6 Dollars op for at betale Fragten, sad Fulton hensunken i Tanker og blev først vækket, da den Fremmede spurgte ham, om det ikke var rigtigt. „Tilgiv mig," svarede han da, „jeg tænkte paa, at de sex Dollars er de første

Penge, jeg modtager som Løn for mine Arbejder i Dampsejladsens Tjeneste. Havde jeg saa sandt Raad", lagde han til, idet han tog den andens Haand, „til at fejre dette Øjeblik med en Flaske Vin, saa skulde De faa den; men jeg er for fattig til at kunne byde Dem den. Jeg haaber dog, at vi skal mødes en Gang endnu, saa skal jeg indfri min Skyld." De mødtes i Virkeligheden nogle Aar senere, og at de da fejrede Mindet om deres første Sammenkomst, er en Selvfølge.

Da Fulton var kommen tilbage til New-York, tilstillede han strax Udgiveren af et af Bladene følgende Meddelelse om sin Rejse.

„Hr. Redaktør!

Jeg er i Eftermiddag Kl. 4 kommen tilbage fra Albany med min Dampbaad. Da det heldige Udfald af mine Forsøg give mig Haab om, at lignende Baade ville blive af stor Vigtighed for mit Fædreland, saa er jeg, — for at fjerne enhver Vildfarelse og for at give alle Venner af nyttige Opfindelser en Oplysning, som maa være dem kjærkommen, — herved saa fri at bede Dem offenliggjøre følgende Fakta:

Jeg rejste fra New-York om Mandagen Kl. 1 og kom Tirsdag Middag paa samme Tid, altsaa efter 24 Timers Forløb, til Hr. Kantsler Livingstons Bolig Clermont; Afstand 110 Mil. Jeg afgik fra Clermont Kl. 9 Onsdag Morgen og kom til Albany Kl. 5 om Eftermiddagen; 8 Timer, 40 Mil, o: en Hastighed af 5 Mil i Timen.

Robert Fulton."

Clermont gik herefter stadig mellem de nævnte Byer, og var Deltagelsen til at begynde med ringe, saa varede det ikke længe, inden den voxede, ja endog saa meget, at man var nødt til at gjøre Skroget flere Alen længere. Dermed skal dog ikke være sagt, at enhver Uvillie imod den nye Sejlads strax forsvandt; tværtimod, det gik her, som det altid gaar, hvor noget nyt kommer frem, som gjør Indgreb i den tilsyneladende Ret til udelukkende at give sig af med samme Sag, som Aarenes Hævd og det, at der hidtil ikke har været andet, giver dem, der paa den gode gamle Façon befatte sig med samme Foretagende. Hudsonskipperne, som nu saa en Konkurrent, der var saameget farligere, som han kunde komme afsted, selv naar der ingen Vind var, de vare i højeste Grad forbittrede paa ham, og de indskrænkede sig ikke til blot at skjælde ham ud og bagtale ham, nej de gik ganske anderledes haandgribelig tilværks, thi de løb paa ham, naar de kunde komme dertil og søgte paa enhver Maade at lægge ham Hindringer i Vejen for Farten; og dette gik saa vidt, at Kongressen saa sig nødt til at sætte en Stopper derfor, at erklære disse Angreb for lige saa strafværdige som al anden Molest mod anden Mands Ejendom, og straffe dem med Bøder og Fængsel. Derved kom der Fred igjen, og man vænnede sig lidt efter lidt til det, som ikke kunde være andet.

Det Monopol, Fulton havde faaet paa at drive Dampsejlads, gjaldt, som man vil erindre, kun for Staten New-Yorks Farvande, og det blev ikke direkte udvidet til at gjælde for nogen af de andre Stater; indirekte fik han derimod et Eneprivilegium, idet han i 1809 fik Patent paa sine Maskinkonstruktioner. Han havde altsaa en Ret, som i pekuniær Henseende vilde kunne have hjulpet ham meget vidt frem, naar han ikke havde været nødt til paa Grund af Forlegenheder, som hans omfattende Spekulationer bragte ham i, Stykke for Stykke at skille sig af med den igjen. Naar man saaledes hører, at han i et Aar alene, 1811, lod bygge fire nye Skibe, af hvilke det største, Kantsler Livingston, havde 500 Tons Drægtighed, og at han Aaret efter konstruerede to Dampfærger, saa vil man indse, at han bestandig maatte trænge til Penge, og man vil kunne forstaa, at denne Trang blev benyttet af andre til at hugge ind, hvor der var Udsigt til størst Fordel, til

at afkjøbe ham de Router, der maatte betale sig bedst. Der dukkede da virkelig ogsaa en hel Mængde Kompagnier op, som kom til at sidde som Ihændehavere af Monopolet, hver for sin Linie, og havde han ganske vist ikke selv Fordel deraf, forsaavidt han ved Salgene ikke samlede sig Formue, saa havde Landets Udvikling en uhyre Fordel deraf, thi de respektive Kompagnier grebe ind med Hurtighed og Iver, og Amerikas Dampskibsmarine voxede i faa Aar i en forbavsende Grad, hvilket igjen ikke alene indvirkede paa Handelen, men ligefrem bragte et Opsving i selve Landet, som intet andet Foretagende saa hurtig vilde kunne have gjort, saasom Nybygder langs Floderne derved opmuntredes og fremmedes i en utrolig Hast. Det er heri Grunden til den hurtige Opdyrkning af Staterne Ohio, Missouri, Illinois og Indiana er at søge.

Men alt dette gav igjen Anledning til en lang Række Kjævlerier; det gik ham som Watt: man søgte at omgaa hans Rettigheder, man satte trods hans Monopoler Baade i Gang, hvor man ikke havde Lov dertil. Deraf rejste sig igjen en Mængde Processer, og Fulton havde den Ærgrelse at blive underkjendt af den Myndighed, der selv havde indrømmet ham Privilegiet. Da nemlig en Konkurrent Daniel Ood gjorde Fordring paa at faa Del i den Fulton indrømmede Eneret, som han paastod var givet med Urette, erklærede den i den Anledning nedsatte Kommission, „at de af Fulton og Livingston konstruerede Baade i Virkeligheden ikke vare andet end Fitch's Opfindelse", en skammelig Uret, saasom Fitch's Methode var overmaade ufuldkommen i Sammenligning med Fultons, der, om ikke af anden Grund, saa dog derfor burde været stillet højere, at den var den eneste, der virkelig var lykkedes i Praxis. Hvorom alting er, man omgik ham.

Med Regjeringen selv kom han som Skibskonstruktør oftere i Forbindelse, sidst i 1814, da man paa Grund af Forviklingerne med England frygtede Uroligheder. Kongressen bestemte da, at der skulde bygges en stor Dampfregat, og Fulton fik naturligvis Ledelsen af Arbejdet. Det var et kolossalt Fartøj og af en forunderlig Konstruktion, som alt i 1810 var bragt i Anvendelse paa et andet Krigsdampskib Demologon, som han ligeledes havde bygget, og som ligesom dette var bestemt til Havneforsvar, altsaa rettest et svømmende Batteri. Det var egenlig to store Skibe, hvert paa 160 Fods Længde, som vare forenede ved en Slags Mellembygning paa 58 Fods Brede og 70 Fods Længde; inden i denne laa det Hjul, der drev hele Skibet frem. Flere Hundrede Mand kunde manøvrere paa Dækket, beskyttede mod Fjendens Ild af en stærk Skandseklædning. Paa Skibets Sider fandtes et System af Leer, der kunde sættes i Bevægelse af Dampmaskinen, og hvis Bestemmelse var at forhindre Entring; endelig var der gjennem hele Fartøjet anlagt et Rørsystem, gjennem hvilket Maskinen kunde udspy varmt eller koldt Vand over Dækket af det fjendtlige Skib, som kom det nær. Dette store Batteri fik Navnet Fulton I.

Sidst i 1814 opholdt Fulton sig i Anledning af en af sine Processer i Trenton, Hovedstaden i Ny-Jersey; det var paa Rejsen hjem derfra at han paadrog sig den Sygdom, der kort efter voldte hans Død. Under Sejladsen paa Hudsonfloden standsedes hans Skib nemlig af Isen, og han var nødt til i flere Timer at udsætte sig for den ualmindelig stærke Frost. Følgen deraf var en Feber, som han dog for saavidt blev helbredet for, som han kom op igjen, men da han, for at se til det omtalte Batteri, der var under Bygning, vovede sig for tidlig ud og navnlig opholdt sig en hel Dag paa Dækket, brød Feberen frem paany og bortrev ham den 24de Februar 1815, i en Alder altsaa af neppe 50 Aar.

En almindelig Deltagelse blev lagt for Dagen ved hans Begravelse. Aviserne kom ud med sort Rand; New-Yorks Kongres anlagde

Sorg og bar den i tredive Dage; ligesaa Byens litteraire Selskaber. Alle Autoriteterne vare med i Ligfølget, og Dampfregatten saluterede, da Toget drog forbi.

Hvad hans Familie angaar, som han havde efterladt i den betydelige Gjæld af over 100,000 Dollars, da udsatte Kongressen, i Erkjendelse af Faderens Fortjenester, i 1829 en Sum af 5000 Dollars for hans Børn og senere i 1838 endnu den særdeles rundelige Sum af 100,000 Dollars.

FEMTE KAPITEL.

DE FØRSTE DAMPBAADE I EUROPA. — HENRY BELL's KOMET I SKOTLAND. — DAWSON. — JOUFFROYS DAMPBAAD CHARLES PHILIPPE I FRANKRIG. — ELISE GAAR OVER KANALEN. — DAMPSEJLADSEN I DANMARK. — CALEDONIA. — LISTE OVER DANSKE DAMPSKIBE. DEN DANSKE DAMPKRIGSMARINE.

Man vil fra det foregaaende erindre, at Fulton havde aflagt et Besøg i Skotland og der været tilstede ved Symingtons Farter med Charlotte Dundas. Han har samtidig hørt tale om, at der deroppe fandtes en anden Mand, som fra Aarhundredets Begyndelse af havde givet sig af med Spekulationer over Dampsejlads uden dog at have faaet Forsøg derover i Gang, nemlig Henry Bell, en skotsk Mekaniker, der alt i 1800 havde henvendt sig til det engelske Admiralitet for at faa det til at gaa ind paa at bevilge Midler til Forsøg, som han skulde lede. Admiralitetet gik imidlertid ikke ind derpaa, hvorfor han senere havde henvendt sig andre Steder i Europa; men med lige saa lidt Held. Ham havde Fulton som sagt faaet opspurgt og havde indledet en Korrespondance med ham, som varede ved, selv efterat Fulton var vendt tilbage til Amerika, — og i et af Brevene fra Amerika var Bell bleven anmodet om at samle og meddele Fulton saa udtømmende Oplysninger om de i 1789 af Miller og Symington anstillede Forsøg, som han kunde skaffe tilveje. Bell er derved kommen i Tanker om, at lige saa godt som Fulton ved egne Midler kunde prøve at bringe Sagen frem i Amerika, lige saa godt kunde han selv for egen Regning tage fat i Skotland, og han har deraf, at den anden stadig beskjæftigede sig med Sagen og inden ret lang Tid viste, at det kunde gaa, selv faaet fornyet Lyst til at tage fat og se at gjøre noget ud af den. Derfor bestilte han en Baad hos en Skibsbygger og satte en Dampmaskine ind i den.

Denne Baad fik Navnet Kometen, opkaldt efter den Komet, som viste sig i 1811, medens Baaden laa under Arbejde. Det var ikke nogen stor Baad, thi den var kun 30 Tons drægtig, holdt 39 Fod i Længden og 11 i Breden, og dens Maskine, der ligesom i Fultons Clermont virkede paa to Skovlhjul, havde kun tre Hestes Kraft; men den var særdeles vel indrettet, og det viste sig lige fra dens første Fart paa Clyden den 18de Juni 1812, at den svarede til Hensigten. Den kunde gaa med fornøden Regelmæssighed, og den formaaede at optage en Konkurrence med de sædvanlige Transportfartøjer.

I Juni 1812 blev den som sagt sat i Vandet, og allerede i August samme Aar offenliggjorde dens Ejer følgende

„Bekjendtgjørelse for dem, som agte at rejse med Paketbaaden Kometen, som udelukkende er bestemt for Passagertjeneste mellem Glasgow, Greenock og Helensburgh.

Da det er lykkedes Undertegnede at konstruere en elegant Baad, som er bestemt til at sejle paa Clyden mellem Glasgow og Greenock, og som efter Forgodtbefindende kan sættes i Gang enten af Dampkraft eller af Vinden, saa er det min Hensigt at lade denne Paketbaad afgaa herfra hver Tirsdag, Torsdag og Lørdag ved Middagstid eller lidt senere, eftersom Højvandet indtræffer, og at gaa tilbage igjen fra Greenock hver Mandag, Onsdag og Fredag Morgen for at benytte Strømmen. Af Hensyn til denne Baads Elegance, komfortable Indretning, Hurtighed og Sikkerhed fortjener den

Publikums Bifald, og Ejeren er beredt til at gjøre alt, hvad han formaar, for at erholde samme.

Prisen er for Øjeblikket 4 Shillings for første Plads og 3 Shillings for anden.

Undertegnede leder stadig Trafiken til Badene ved Helensburgh; en Baad vil derfor ligge klar til at transportere de af Kometens Passagerer, der agte sig fra Greenock til Helensburgh.

Henry Bell.

Helensburgh Badeanstalt d. 5te August 1812."

Som man af denne Bekjendtgjørelse ser, var Baaden kun bestemt til Passagertjeneste, og Ejeren opbød alt for at trække Kunder. Men det lykkedes trods alle Lokkemidler dog kun saare slet, thi man betragtede det nye om ikke just med Uvillie saa dog med Ligegyldighed, og man var desuden her, som ogsaa hos os, bange for at opholde sig i en Baad, der havde Ild ombord og førte et saa farligt Apparat, som en Dampkjedel, med sig. Nok er det, det gik kun smaat, omend dog altid fremad, og det var desuden heller slet ikke uden Ubehageligheder at rejse med den nye Baad, thi man var sikker paa hele Vejen at blive overøst med Skjældsord af de Skippere, man mødte. Det gik derfor som sagt kun smaat med Fortjenesten, saa smaat, at han begyndte at indse, at der maatte gribes til et eller andet Middel for at stille Baadens Fortrin og navnlig dens Sikkerhed i et klarere Lys.

I den Hensigt indstillede han i nogen Tid de regelmæssige Farter paa Clyden og foretog sig med Baaden en Rundrejse langs Skotlands Kyster, ja besøgte endog baade England og Irland. Det hjalp; man fik at se, hvad han ønskede, man glemte sin Frygt, og da han atter optog Farterne, og da det viste sig, at man med ham sejlede baade hurtigere og billigere end ellers, saa steg Trafiken i Løbet af et Par Aar saameget, at han i 1815 satte endnu en Baad i Gang paa samme Linie. Den var betydelig større end Kometen, nemlig 90 Tons drægtig og drevet af en 30 Hestes Maskine; dens Navn, Rob-Roy, var taget fra en af Walter Scotts Romaner.

Baade som Følge af, hvad man her saa, og efter hvad man hørte fra Amerika, gik det da nu op for Publikum, at Dampsejladsen kunde betale sig, og da det endelig var slaaet fast, begyndte der naturligvis at komme Røre i Tingene ogsaa andre Steder end i Skotland. Der indløb Bestillinger paa Baade til Bell; han blev pludselig Dampskibsingeniør, byggede og forsendte Dampbaade til flere Punkter i England, kort sagt Dampsejladsen begyndte nu fra 1815 at tage Opsving, og det varede ikke længe, inden Dampbaadene krydsede rundt omkring paa Storbrittaniens Kyster. Længere Farter paa rum Sø vovede man sig ikke ind paa; det var endnu kun paa Floderne, man saa Dampskorstenene udspy deres Røghaler.

Samtidig med Bell var en vis Dawson, en irsk Maskinkonstruktør, begyndt at arbejde i samme Retning. I 1811 havde han nemlig sat en Baad i Vandet, og det er ganske morsomt, at ogsaa den fik Navnet Kometen, naturligvis af samme Grund som Bells. Samme Dawson havde nu stadig arbejdet videre, og det, at han paa sit Sted leverede et nyt Bevis for, hvad alt forelaa fra Amerika og Skotland, at Dampskibene havde en Fremtid, det havde sat saameget Mod i Folk, at der nu dannede sig Kompagnier med det Formal at etablere en regelmæssig Forbindelse over St. Georgskanalen, den første Dampskibsroute over et større aabent Vand. Der blev til at begynde med sat to Skibe i Gang mellem Holyhead og Dublin, og den Regelmæssighed, hvormed de gik, selv i Storm og Uvejr, slog endelig fast, at man kunde vove sig udenfor Kysternes nærmeste Omkreds og tænke paa længere Sejladser, foreløbig over Kanalen til Fastlandet.

Inden vi imidlertid gaa over til at omtale

den første Fart mellem England og Frankrig, ville vi først se, hvad der samtidig var foregaaet i sidstnævnte Land.

Man vil ikke have glemt Marquis Jouffroy-d'Abbans, der sammen med Kaptajn Follenai i Aarene fra 1776 til Revolutionens Udbrud havde arbejdet saa ivrig paa at realisere Tanken om Dampmaskinens Anvendelse tilsos, der saa mægtig havde grebet ham; man vil erindre, at han var gaaet i Landflygtighed sammen med hele den øvrige Skare af Emigranter, som Revolutionen tvang bort fra deres Hjemstavn. Af oprigtig Hengivenhed for Kongedømmet havde han ladet sig indskrive som Deltager i de Forsøg, der fra Emigranternes Side gjordes paa at bekæmpe Revolutionen, men man ved, at de alle mislykkedes, og at Revolutionsmændene tog Hævn over Deltagerne ved at ødelægge deres Ejendomme. Saadan var det da ogsaa gaaet ham; hvad der i det næste Aarhundredes Begyndelse var tilbage af hans oprindelig ikke ubetydelige Formue, det var kun Rester, som han, da han efter Lunevillefreden kom tilbage til Frankrig igjen, saa vidt mulig søgte at samle sammen.

Follenai var det ikke gaaet bedre; han var forbleven i Frankrig endnu et Par Aar, efterat hans Ven var flygtet, havde haft en Kommando i Avignon, men var bleven lagt for Had, fordi han med Strenghed havde holdt paa Disciplinen blandt sine Soldater, var derover bleven gjort mistænkt for Mangel paa Borgersind, havde maattet flygte fra Skjul til Skjul, forfulgt af Terroristerne, men var dog endelig sluppen bort. Nu var ogsaa han kommen tilbage igjen, og de to gamle Venner havde strax igjen optaget deres Yndlingstanke, havde korresponderet om dens Udførelse og var atter blevne enige om, at den bedste Maade at komme frem, var igjen at oprette et Interessentskab, der kunde lægge Pengene til. Men det var en alt andet end let Sag; af alle dem, der forhen havde interesseret sig for dem, var de fleste spredte omkring og komne dem af Syne; Resten var ruinerede under Revolutionen og kunde ikke gjøre noget, og kort og godt, der var saa lidt for dem at gjøre ad den Vej, at Jouffroy ikke engang formaaede at faa Forsøg i Gang med de nye Modeller, han for egen Regning konstruede, og som det trykkede ham saa haardt selv at bekoste, at han ikke engang kunde faa Raad til at udtage et nyt Patent. Deres Sager stod da altsaa i Aaringerne 1801 og 1802 paa grumme svage Fødder, og det blev i lang Tid ikke bedre.

Saa kom Fulton til at arbejde sammen med Livingston i Paris og viste, at Dampsejladsen var udførlig, og det hele Spørgsmaal trængte sig efter hans Sejlads med Clermont frem i første Række, uden at de dog fik med det at gjøre; men Interessen tabtes derfor ikke, de haabede af Fremtiden, hvad Fortidens Ugunst havde nægtet dem, og der kom virkelig ogsaa en Tid, hvor Jouffroy igjen kom til at tage fat, men Uheldet fulgte ham ogsaa her, som følgende korte Fremstilling af hans nye Bestræbelser vil vise.

Sagen var den, at hans oprigtige Hengivenhed for Kongefamilien henledte Ludvig den 18des Opmærksomhed paa ham og forskaffede ham det restaurerede Kongedømmes Yndest, saa vidt endog, at han blev brugt som Regjeringskommissær i et af Departementerne. Denne Yndest benyttede han til at tale sin Sag og gjøre sin Ret som første Opfinder af en Dampbaad gjældende, og støttet af Hofgunsten fik han nu ikke alene Privilegium paa Dampsejlads, men kunde endog med temmelig Lethed danne et Kompagni til Planernes Realisation, saameget mere som Greven af Artois aabent erklærede sig for hans Beskytter.

Det saa da ud, som om det nu endelig skulde lykkes ham at overvinde de mangfoldige Vanskeligheder, der altid før havde stillet sig i Vejen for ham; men det gik endda ikke. Strax efterat Privilegiet var bleven ham ind-

rømmet, hævede der sig nemlig Stemmer derimod, idet der paastodes, at det var fuldkommen urimeligt, at indrømme ham mere Ret end enhver anden, siden det dog var en bekjendt Sag, at han faktisk ikke var den første, der havde sat Dampsejladsen i Gang, ja inden man endnu havde set, om han formaaede at gjøre noget ordentlig ud af den. Der kjævledes da frem og tilbage mellem ham og hans paa den ene Side og dem, der fordrede Ret til lige saa vel som ham at drage Nytte af det nye Transportmiddel paa den anden, og Enden blev, at Spørgsmaalet blev sat til retslig Afgjørelse og afgjort derhen, at hans Privilegium blev underkjendt. Dermed var han ganske vist ikke slaaet til Jorden, thi han kunde jo tage Patent paa sin Konstruktion, men han havde lidt stor Skade, saasom enhver anden ogsaa kunde faa Patent, hver paa den Indretning, han maatte angive. Og nu var det saa, at Jouffroy var bleven staaende stille i al den Tid, der var forløbet fra hans første Forsøg; han havde ikke ladet sig belære af det nye, der i Mellemtiden var kommen frem, han vilde nu, efterat ikke blot han selv tidligere, men alle andre siden, havde forkastet de Apparater til Fremdrivning, der virke som Palmipeden, dog benytte sig af et saadant, og derfor var det en saare let Sag at faa Patent ved Siden af ham. Det varede da heller ikke længe, inden et nyt Kompagni traadte op og simpelthen kjøbte en engelsk Dampbaad, paa hvis Indretning det nu tog Patent for Frankrigs Vedkommende. Denne Baad kom, som vi strax skulle se, til Frankrig, endnu førend Jouffroys var færdig, og derved nødsagedes han til af alle Kræfter at strænge sig an. Men paa Grund af den Vanskelighed, hvormed det dengang var forbunden at forfærdige Maskiner i Frankrig, løb Udgifterne for hans Vedkommende saadan op, at de Midler, der vare stillede til hans Raadighed, gik med, og det blev ham umuligt at hamle op med det nye Kompagni.

Baaden selv blev færdig den 20de August 1816 og fik Navnet Charles-Philippe; den blev bygget paa et Værft i Bercy og sejlede derfra ind til Tuilierierne, hvor den præsenterede sig for Kongen og Hertugen af Artois, som opholdt sig paa Slottet; men som sagt, trods al Jubel ved dens Debut, formaaede den ikke at holde sig.

Skuffet altsaa ogsaa denne Gang trak han sig tilbage og gav sig ikke siden af med Sagen. Efter Julirevolutionen blev han nødt til at søge Tilflugt i Invalidehotellet, der optog ham som gammel Infanterikaptajn; han forblev der til sin Dødsdag i 1832, da Koleraen bortrev ham i den høje Alder af 80 Aar.

Med det nye Kompagni gik det forresten heller slet ikke godt, det blev nødt til inden ret lang Tid at indstille Farterne og sende Baaden til England igjen. Men vi kunne dog ikke dermed forlade det, thi det var dets Baad, der for første Gang sejlede over Kanalen, for første Gang altsaa vovede sig ud paa en saa lang Fart paa rum Sø.

Da det var kommen til det Resultat, at man simplest naaede Hensigten ved at kjøbe en engelsk Baad, engagerede det en vis Kaptajn Andriel til at gaa til England og der kjøbe en Baad for dets Regning og føre den hjem.

Han kom til London i Januar Maaned 1816 og søgte i flere Dage langs Bolværkerne og i Dokkerne om en Baad, han syntes om. Der laa kun tre, af hvilke den største ikke var mere end 50 Fod lang og 15 Fod bred, og forsynet med en Maskine paa 10 Hestes Kraft; dens Navn var Margery. Den kjøbte han, men døbte den om til Elise. Med 10 Mand, derunder indbefattet Maskinmester og Fyrbøder, gik han ombord i den Lørdagen den 10de Marts og afsejlede ved Middagstid fra Londonbridge. Kl. 3 samme Dag var han ved Gravesend; næste Dag stod han Themsen ud, hidtil kun forulempet af en engelsk Marinekutter, der

med det Had, Sømændene nærede mod de nye Skibe, flere Gange søgte at løbe ham isænk og en Gang var ham saa nær, at Skorstenen fik et alvorligt Slag af Kutterens Bugspryd. Men Elise klarede sig dog for sin overmodige Fjende; ved at sætte al Kraft til lykkedes det den at undløbe, og den stod nu som sagt Themsen ud i godt Vejr. Samme Aften Kl. 11 var den ved Dover og skulde næste Dag gaa Kanalen ind, da en stærk Sydveststorm overfaldt den og satte Mandskabet i saamegen Skræk for at vove sig videre med det nye Slags Skib, hvis Sødygtighed under en Storm ingen endnu kjendte noget til, at Kaptajnen fandt sig nødt til at lægge sig ind under Dungeness, hvor en hel Flaade af andre Skibe, der ligeledes søgte Ly, alt laa for Anker.

Der blev den paa Grund af Stormen nødt til at ligge i hele fire Dage, saa at den først om Morgenen den 15de Kl. 5 kunde fortsætte Rejsen igjen. Men den kom ikke ret langt, inden en ny Storm nødte den til atter at søge Land; ved Middagstid samme Dag blæste nemlig en saa stærk Søndenvind op, at fire af Hjulenes Skovler gik i Løbet, og nu maatte Kaptajnen løbe ind til Newhaven for at faa Skaden repareret.

I Stedet for nu at blive liggende her til Stormen var forbi, valgte han at løbe ud igjen, saasnart Hjulene vare istandsatte. Den 18de Kl. 1 satte han igjen Dampen op og styrede ud efter, og baade han selv og Mandskabet holdt Modet oppe hele Dagen, uagtet Stormen kastede det lille Fartøj fra den ene Side til den anden og ofte bragte det til at krænge saameget, at et af Hjulene løb rundt i Luften. Men hen paa Natten, da Uvejret naaede en fuldkommen Orkans Højde, begyndte Mandskabet at knurre og forlangte, at man skulde vende om og ikke taabelig udsætte sig for at sætte alting til; det vilde Andriel dog paa ingen Maade, — var han gaaet ud, vilde han nu blive ved, især saalænge Maskinen ikke havde taget nogensomhelst Skade, men vedblev at arbejde upaaklagelig.

Haard var Stormen, og voveligt var Foretagendet, men det være sagt til Andriels Ære, at han, trods gjentagne Opfordringer af Matroserne om at gaa tilbage, bestandig holdt Stand og ikke skaanede sig selv, men trolig delte enhver Anstrængelse med dem.

Kl. 2 om Morgenen gik han ned for at faa sine fuldstændig gjennemblødte Klæder tørrede. Han havde ladet fyre godt i Kahytskakkelovnen og belavede sig paa et Øjebliks Ro, da et Orkanstød pludselig kastede Skibet om paa Siden med en saadan Voldsomhed, at Kakkelovnen faldt ned og skiltes ad, saa at de glødende Kul spredtes over Gulvet, som var saameget mere udsat for at fænge, som det var bedækket med et Voxdug. Man vil indrømme, at Stillingen var kritisk; Mandskabet at holde i Tømme ovenpaa, Ilden at binde an med i Kahytten, og det i et Øjeblik, hvor han ikke vidste, hvad Skade Stødet havde forvoldt paa Dækket og i hvor høj Grad hans Nærværelse gjordes fornøden deroppe. Men Andriel tabte ikke Koldblodigheden; saa hurtig som muligt gav han sig i Lag med at slukke, og hans Aandsnærværelse virkede smittende, hans Kahytsdreng tog fat med, og det var som om Kaptajnens Fasthed bragte Drengen til at begribe, hvormeget der stod paa Spil, thi uden at kny tog han fat, og han tav med hvad der var sket, saa ingen af Mandskabet anede den Fare, det havde været stedt i, før Sejladsen var endt.

Da alt var vel slukket, gik Kaptajnen igjen op og modtoges af et endnu mere højrøstet Raab om at vende om, end nogensinde før. Men han gav sig naturligvis heller ikke derfor, endskjøndt han vel forstod, at selv en uforfærdet Sømand nok kunde føle sig ængstelig ved for første Gang at færdes paa rum Sø i en saadan Orkan med et saadant Fartøj. Han lod uddele Rom til Folkene og lovede den af dem,

der først saa Land, et Par Flasker af samme Sort, og hans paa en Gang spøgefulde og dog djærve Ord virkede atter beroligende; man raabte Hurra og tog atter fat.

Saa fortsattes Rejsen da, og den ene Time gik efter den anden, bestandig mod stærk Strøm og Vind, bestandig med Længsel efter Land, som man nu snart maatte kunne se. Det varede da heller ikke længer end til henad fem om Morgenen, da to Stemmer pludselig raabte i Munden paa hinanden: Fransk Fyr, og det forholdt sig, som de sagde, det var Fyret ved la Hêve, man havde retud.

Kl. 6 kunde man se Havre, man havde altsaa brugt 17 Timer om at gaa over. Kort efter fik man Øje paa Lodsbaaden, som gjorde Mine til at komme ud; men saa stor var Uvillien mod Dampskibene, at den strax vendte om igjen, saasnart den saa Skorstenen begynde at udsende sin Røghale. Elise maatte da løbe ind uden Lods, og den kom ind under stor Jubel fra den talrige Tilskuermængde, der af Kompagniets Agent i Havre havde faaet at vide, at man kunde vente den, og som med Ængstelse havde oppebiet dens Ankomst.

Kl. 3 Dagen efter, den 20de, satte den sig atter i Bevægelse for nu at sejle op ad Sejnen til Paris. Overalt hvor den kom frem, vakte den den største Forundring; Folk strømmede til Strandbredden for at se den og raabe Hurra for de djærve Sømænd, der havde trodset Sø og Storm, og det følger af sig selv, at den hele Dagen var omringet af en Mængde Baade, der vilde ud og se den i Nærheden. Om Natten derimod var man ikke saa glad ved den; den ængstede ved den Larm, den frembragte, og som i Nattens Stilhed lød endnu uhyggeligere, og da dertil kom, at Skorstenen ofte var gloende et Stykke op over Dækket, saa var man bange for den, dels for at den skulde stikke andre Skibe i Brand, dels for at den selv skulde brænde. Man gjorde da Brandallarm, naar man saa den, og hujede og peb ad den, naar den sejlede forbi uden at agte paa Raabene.

Ved Rouen lagde den bi for at faa Skorstenen indrettet til at kunne slaaes ned. Da den gik derfra den 25de om Formiddagen, fik den et helt Selskab af russiske Officerer med sig, som var taget ud fra Paris blot for at sejle tilbage med den, og under fransk og russisk Flag dampede den da nu op og lagde endelig bi ved Jenabroen den 28de Marts, modtaget naturligvis med Jubel overalt, hvor den kom frem. Dagen efter løb den i Triumf ind til Tuilierierne, saluterede hele Vejen lige fra Konkordiapladsen op til Slottet, hvor Hoffet var forsamlet, og hvor Kongen selv lod sig rive med af den almindelige Begejstring til at klappe i Hænderne, da han saa Baaden glide hen ad Strømmen.

Den blev nu i Paris til hen i April Maaned; da begyndte den en regelmæssig Transporttjeneste paa Sejnen mellem Rouen og Elbeuf. Men, som alt anført, var Spekulationen ikke heldig; det var saa langt fra, at Kompagniet fik den Fordel, det havde ventet, at det snarere satte Penge til, og det varede derfor ikke længe, inden det opgav Projektet og blot søgte at komme af med Skibet igjen. Der var endnu paa det Tidspunkt intet at gjøre ud af Dampsejlads i Frankrig, den var for Europas Vedkommende ene og alene gjennemførlig i England. Der var da intet andet for end igjen at lade Elise gaa over Kanalen og sælge den i England, hvor den atter fik sit oprindelige Navn Margery. —

Vi skulle nu ikke trætte Læserne med en detailleret Redegjørelse af Dampskibsfartens Fremgang i Frankrig, men kun bemærke, at der forløb endnu 5 Aar, inden de nye Skibe kom i Gang paa Sejnen, denne Gang indførte af et engelsk Kompagni; i Aaringerne 1825—30 blev de først almindelige i de store Havnestæder.

Det er ganske morsomt, at det første Dampskib her i Europa, der gjorde en saa lang Rejse som fra London til Kjøbenhavn — den varede i 14 Dage — var den lille Dampbaad paa 28 Hestes Kraft, som Auditør Bille i 1819 kjøbte for dermed at sætte en regelmæssig Fart mellem Kjøbenhavn og Kiel i Gang. Den gjorde en overordentlig Opsigt og satte, endogsaa længe før den kom, Gemytterne i Bevægelse. Der gjordes i Bladene opmærksom paa „de mange Bekvemmeligheder, denne Pakketbaad tilbyder. I Fartøjet er en fælles Forsamlingsstue og Restauration saavel med varmt og koldt Kjøkken, som Forfriskninger ... Overfarterne med samme fra Kjøbenhavn til Kiel skulle tage deres Begyndelse fra 1ste Maj .... Det afgaar fra Kjøbenhavn regelmæssig 1 Gang ugentlig og tilbagelægger Vejen uden Hensyn til Vind og Strøm i omtrent 36 Timer." Rigtignok benægtede de hamborgske Aviser, at den skulde være kjøbt, men denne Paastand vistes strax tilbage, idet der bemærkedes, „at man dog nu ved, at denne Efterretning er urigtig, da det til samme (Paketfarten) bestemte Dampskib Caledonia allerede er passeret Rendsborg og ventedes endnu den 17de (Maj) til Kiel for derfra at afgaa til Kjøbenhavn."

Man ser heraf, at dens Fører, Ejerens Broder, Kommandørkaptajn M. J. P. Bille, har valgt at gaa igjennem Ejderkanalen fremfor at lægge Vejen omkring Skagen; dens første Fart er altsaa ikke sket fra Kjøbenhavn til Kiel, men derimod omvendt. Nok er det, den kom til Kjøbenhavn, og der foranstaltedes der, inden den gik tilbage igjen, en Lysttur op til Helsingør; Beretningen om denne første Dampsejlads fra Kjøbenhavn, Søndagen den 23de Maj 1819, gjengives her efter „Fyens Stiftstidende" for Fredagen den 28de Maj saaledes.

„Ved den Lysttur, Dampskibet Caledonia gjorde i Søndags fra Kjøbenhavn til Helsingør var en utallig Mængde Tilskuere forsamlet paa Toldboden, Kastelsvolden og Vejen til Kalkbrænderiet for at være Vidne til dette nye og i sit Slags herlige Syn. Ialt vare her 106 Passagerer ombord. Hver betalte 4 Rdl. for Farten og 3 Mk. for Spisningen. Under en skjøn Musik, og overalt hilset med Hurra fra de paa Strandbredden forsamlede Folk, sejlede Skibet Kl. 8¼ med Raskhed til sit Bestemmelsessted Helsingør, hvorfra det igjen vendte tilbage om Eftermiddagen Kl. 3 med 118 Passagerer, og ankom til Kjøbenhavn Kl. 6. De, som have været med, fandt sig særdeles vel fornøjet med denne Lystsejlads. Baadens Styrelse var overdraget 3 Engelskmænd, der have bragt den hertil fra London. Dette Dampskib, som er bygget i England, er 110 Fod langt og 26½ Fod bredt. Man finder her en nydelig Kahyt for Damer, en Forsamlingssal for Passagererne og et Kjøkken, hvor Maden koges ved den Damp, der driver Skibet. Foruden det, at der saaledes er sørget for de Rejsendes Bekvemmelighed, er Maskineriet af den nyere og meget forbedrede Indretning og saaledes anbragt, at aldeles ingen Fare kan være at befrygte. Den kjøbenhavnske Enthusiasme for denne nye Ting gaar saa vidt, at man alt besynger „Caledonia, Danmarks første Dampskib" i en vakker Sang paa Melodien Kong Christian stod ved højen Mast."

I denne Sang indførtes Caledonia talende og sagde blandt andet

„Neptunus selv er uden Magt,
I Kamp mod mig;
Hans Trefork er mig underlagt —"

men man maa dog hverken heraf eller af Forsikringen i ovenstaaende Beretning, „at der aldeles ingen Fare er at befrygte", tage Anledning til at tro, at Publikum i Almindelighed delte denne Anskuelse; det var saare langt fra. I den alt citerede Avis finder man i Nummeret for 18de Juni et Stykke, hvis Slutning paa en for Tiden meget betegnende Maade spiller hen derpaa, og i et senere Nummer, for 27de Juli, kommer det samme endnu langt tydeligere

frem. Da de to Stykker desuden indeholde meget til Belysning af Anskuelserne og Forholdene, gjengive vi dem her fuldstændig.

Fredag den 18de Juni 1819. — „Dampskibet Caledonia gjør Rejsen mellem Kjøbenhavn og Kiel, naar Vinden ikke er kontrær, i 26 Timer. Uagtet det nu kan træffe, at Storm og høj Sø undertiden vil forsinke Rejsen noget, saa sees dog allerede af de gjorte Rejser, at Skibet ordentligvis vil kunne ankomme til den bestemte Tid i Sommermaanederne. Passagererne yttre den højeste Tilfredshed med Rejsens Behagelighed. Man sidder paa Dækket som i en Stue og betragter Øerne som yndige Landskaber, der i meget kort Afstand bevæge sig for Øjet, uden at Sejl og Tovværk eller Manøvrerne med Skibet i mindste Maade forstyrre Anskuelsen. Efter Maribo Avisen var en stor Mængde Mennesker, ifølge den offenlige Bekjendtgjørelse den 8de, strømmede til Bandholm Toldsted i Lolland, dels for at tage Skibet, „dette den menneskelige Opfindelses højeste Triumf“ i Øjesyn, dels for at gaa med det som Passagerer; men imod al Forventning maatte saavel Tilskuerne som Passagererne tage til Takke med blot at se Dampen i temmelig lang Frastand og vende tilbage til deres Hjemstavn med en lang Næse. Det allertungeste var, at en agtværdig Kone med sin Familie var af sin Mand citeret at møde paa en bestemt Tid ved Bandholm med Hest og Vogn, men maatte drage hjem, uvis om Mandens Skjebne.“

Tirsdag den 27de Juli 1819. — „Dampskibet Caledonia afgik fra Kjøbenhavn Tirsdag den 13de Juli om Morgenen Kl. $5\frac{3}{4}$ med 110 Rejsende; den tiltagende Kuling blæste op til en hel Storm af V. N. V. før man naaede Kjøgebugt. De mindre Fartøjer ankrede op under Stevns, de større søgte rum Sø eller lagde bi for trerebede Merssejl. Dampskibet fortsatte sin Rejse og ankom ved Ulfshale Kl. $1\frac{1}{2}$, ved Gaabense Kl. 4, ved Kragenæs Kl. 3 og Onsdag Morgen Kl. 8 ved Kiel. At den ene Bardun formedelst Sejlets Tryk under den stærke Storm rev et Bræt over det ene Hjul løs, satte de Rejsende i stor Angst, indtil de indsaa, at det aldeles ikke stod i Forbindelse med Dampmaskinen, og lige saa lidt hindrede i at føre Sejl, men blot var anbragt for at hindre Vand i at sprøjte op paa Dækket. Skjøndt det er fuldkommen bevist, at Dampkjedlen formedelst de nye Indretninger umuligen kan springe, hverken ved Skjødesløshed eller med Villie, saa henvender dog blot Faldet af en Blok eller andet Stykke Træ strax de Rejsendes Opmærksomhed paa Maskinen, og de ængste sig over en Fare, hvis Umulighed deres egen Fornuft maa sige dem. Imidlertid, skjøndt Caledonia endog blot som Fartøj betragtet udmærker sig ved sin rolige Gang, gjør dog svær Søgang Rejsen ubehagelig, og det kan i slige Tilfælde være godt, saavel for de Rejsende som for Skibet, at søge Havn eller gaa til Ankers.“

Af disse i det hele taget rosende Udtalelser om det nye Foretagende, kunde man maaske tro, at det i Almindelighed dog betragtedes med Velvillie, selv om man var ængstelig ligeoverfor det — man erindre foruden det alt anførte endnu, at da afdøde Notarius publicus Abrahams i Maj 1819 foretog sin første Udenlandsrejse, rejste han „ifølge sine bekymrede Forældres udtrykkelige Ønske ikke med den nye farlige Tingest, Dampskibet Caledonia“ — men det var meget langt fra, at det var Tilfældet. Caledonia havde hos os den samme Skjærsild at gaa igjennem, som de nye Dampskibe andetsteds. Søfolkene var i højeste Grad forbittrede paa „disse forbandede Røghætter. Nu havde man fra Verdens Skabelse kunnet nøjes med fornuftige Fartøjer, der gik ved Vind, men saa skulde man makke om,“ — og derfor var det, at den gamle Sømand, H. C. Andersen fortæller om i sit Livs Eventyr, satte Raaberen for Munden, hver Gang han mødte „Pjadse-Malene“ — saadan døbte de Caledonia — eller

en af de andre Røghætter, og skjældte den ud, saa langt den kunde høre ham.

Men trods denne Modstand gik dog naturligvis Sagen igjennem, om end rigtignok meget langsomt. Først i 1825 fik vi det næste Dampskib i Gang, Dania, der to Gange om Ugen gik fra Kjøbenhavn til en af Byerne Aalborg, Aarhus eller Fredericia og senere besørgede Paketfarten mellem Kallundborg og Aarhus. Ganske vist var Dampskibet Kiel, 40 Heste, anskaffet allerede Aaret før, men det var bestemt til Kongens personlige Brug, deltog altsaa ikke i den offenlige Fart. I 1828 anskaffede Generalpostdirektionen Merkurius, 30 Heste, til at føre Posten over store Belt, — det gik første Gang over med Brevposten Onsdagen den 11te Juni 1828 — og endelig i 1830 løb det første herhjemme byggede Dampskib af Stabelen paa Jacob Holms Skibsværft. Det var det for L. N. Hvidts Regning byggede Skib Frederik den sjette, 90 Heste, der afløste Caledonia i Farten paa Kiel. 1830 var her altsaa 5 Dampskibe paa ialt 240 Hestes Kraft, og kun et af dem var bygget herhjemme, hvorved dog maa bemærkes, at dets Maskine var engelsk, nemlig fra Maudslay, Sons & Field i London. Den første Maskine af indenlandsk Arbejde, som indsattes her i Landet, var den 52 Hestes Maskine, som von Würden i 1831 satte ind i Dania, det ovenomtalte Skib, som altid havde været daarligt og aldrig blev godt; det sejlede senere under Navnet Christian den ottende.

I 1824 anskaffedes, som alt anført, Kiel; 17 Aar gik hen, inden Marinen fik det næste Skib, Ægir, 80 Hestes Kraft, der ligesom Kiel nærmest var beregnet paa at være til Kongefamiliens private Brug. I 1842 kjøbtes endelig Hekla, 200 Hestes Kraft, i England, der saaledes blev det første virkelige Dampkrigsskib, vor Marine ejede. Man vil af den følgende Tabel se, hvorledes Udviklingen forøvrigt har været; ved den første Krigs Udbrud ejede vi 6 Dampskibe paa 630 Hestes Kraft, ti Aar efter var Antallet løbet op til 11, og ved Udbrudet af den anden Krig var dette mere end fordoblet. Tabellen, til hvilken Oplysningerne ere hentede fra de officielle Kilder, giver sig for Handelsmarinens Vedkommende kun af med de i Kongeriget hjemmehørende Skibe; under denne Rubrik ere Opmuddringsskibene regnede med.

Tabel over Antallet af de i Danmarks Handels- og Krigsmarine hvert Aar benyttede Dampskibe, med Angivelse af deres samlede Hestekraft.

Aar.	Handelsmarine.		Krigsmarine.		Ialt.	
	Antal.	Hestekraft.	Antal.	Hestekraft.	Antal.	Hestekraft.
1819	1	28	»	»	1	28
1824	1	28	1	40	2	68
1825	2	80	1	40	3	120
1828	3	110	1	40	4	150
1830	3	172	1	40	4	212
1836	4	262	1	40	5	302
1838	5	282	1	40	6	322
1840	6	322	1	40	7	362
1841	7	352	2	120	9	472
1842	8	514	3	320	11	834
1843	11	624	3	320	14	944

Aar.	Handelsmarine.		Krigsmarine.		Ialt.	
	Antal.	Hestekraft.	Antal.	Hestekraft.	Antal.	Hestekraft.
1844	11	624	4	480	15	1104
1845	11	589	4	480	15	1069
1846	15	679	4	480	19	1159
1847	19	895	6	630	25	1525
1848	17	808	6	630	23	1438
1849	15	750	5	600	20	1350
1850	16	921	6	860	22	1781
1851	21	1523	7	1120	28	2643
1852	26	1897	7	1120	33	3017
1853	25	1738	7	1140	32	2878
1854	25	1678	7	1140	32	2818
1855	25	1668	8	1170	33	2838
1856	27	1837	9	1470	36	3307
1857	32	2344	11	1970	43	4314
1858	35	2516	11	2010	46	4526
1859	41	2743	14	2244	55	4987
1860	44	2688	15	2544	59	5232
1861	45	2598	18	3314	63	5912
1862	43	2512	23	3894	66	6406
1863—64	48	2706	28	4844	76	7550
1864—65	51	2930½	28	5885	79	8815½
1865—66	70	3837	29	6095	99	9932
1866—67	83	4233	29	6095	112	10328
1867—68	88	4694	29	6095	117	10789
1868—69	94	4878	29	6095	123	10973
1869—70	99	5154	30	6455	129	11609
1870—71	99	5695	31	6825	130	12520

For Aarene 1863—71 er hertil for Krigsmarinens Vedkommende desuden at tilføje den nu udgaaede Damptransportbaad Fremad, hvis Hestekraft ikke findes angivet.

Med Hensyn til Fremgangen i Krigsmarinen er endnu at bemærke, at den fik sit første Skrueskib, Dampkorvetten Thor i 1851; det første Pantserbatteri var Rolf Krake, sat i Vandet 1863, og de første Pantserfregatter Peder Skram, Danmark og Dannebrog, der alle stamme fra 1864.

Følgende Liste over Flaadens Dampskibe er et Uddrag af Hof- og Statskalenderen for 1873.

Skrueskibe.

Med Pantser.

	Kanoner.	Hestekraft.	Sat i Vandet.
Fregatter.			
Peder Skram	18	600	1864.
Danmark	24	500	1864.
Dannebrog	16	400	1850, ombygget 1863—64.
Flydende Batterier.			
Rolf Krake	3	235	1863.
Lindormen	2	360	1868.
Gorm	2	360	1870.
Odin	4	(indiceret 2500)	1872.

Uden Pantser.

	Kanoner.	Hestekraft.	Sat i Vandet.
Linieskib.			
Skjold	42	300	1833, ombygget 1858—60.
Fregatter.			
Jylland	26	400	1860.
Sjælland	26	300	1858.
Niels Juel	26	300	1855.
Korvetter.			
Dagmar	14	300	1861.
Hejmdal	14	260	1856.
Thor	10	260	1851.
Skonnerter.			
Fylla	3	150	1862.
Diana[1])	3	150	1863.
Absalon	3	100	1862.
Esbern Snare	3	100	1862.
St. Thomas	5	indiceret Hestekraft 1850	1871.
Kanonbaade.			
Thura[2])	2	70	Alle af Jern.
Schrødersee	2	70	
Willemoës	2	70	
Buhl	2	70	
Krieger	2	70	
Marstrand	2	70	
Hauch	1	60	

En Kanonbaad efter Farcy Systemet med 1 Kanon; desuden en Kanonbaad under Bygning.

Hjulskibe.

Holger Danske	7	260	1849.
Slesvig (Jern)[3])	12	240	1845.
Hekla	7	200	1842.
Gejser	8	160	1844.

[1]) Er indrettet til og benyttes som Postdampskib til Island.

[2]) Er indrettet til og benyttes som Vagerfartøj.

[3]) Bestemt til Hs. Majestæt Kongens allerhøjeste Brug.

SJETTE KAPITEL.

DEN TRANSATLANTISKE DAMPSKIBSFART. — SAVANNAH GJØR DET FØRSTE FORSØG I 1819. — SAMTIDIGE BETRAGTNINGER OVER MULIGHEDEN OG FORDELAGTIGHEDEN AF EN REGELMÆSSIG DAMPSKIBSFORBINDELSE MELLEM ENGLAND OG AMERIKA. — GREAT-WESTERN OG SIRIUS GAA OVER I 1838.

Man har i foregaaende Kapitel set, at der forløb 9 Aar efter Fultons første Sejlads, inden man turde vove sig ud paa en saa lang Rejse, som den Elise gjorde fra London til Havre, og at der endnu hengik tre Aar til, inden Caledonia for første Gang gjorde en saa lang Tur som fra London til Kjøbenhavn. Man maa derfor undres over, at den Tanke at gaa over Atlanterhavet med et Dampskib kunde fremkomme og gjennemføres allerede saa tidlig, at det første Dampskib, der forsøgte denne Fart, løb ud fra Amerika Dagen efterat Caledonia havde gjort sin Lysttur til Helsingør. Det forholder sig dog i Virkeligheden saaledes; den 26de Maj 1819 afrejste Savannah fra Amerika og ankom efter en 25 Dages Sejlads lykkelig og vel til Liverpool.

Tanken undfangedes af Kaptajn Moses Rogers, hjemmehørende i Byen Savannah i Georgia, og det var hans Mening strax at oprette en regelmæssig Forbindelse mellem de to Verdensdele. Han henvendte sig i den Anledning til adskillige Kapitalister, som han ogsaa vandt for Planen; de besluttede at gjøre Forsøget og bemyndigede ham til at kjøbe et dertil egnet Skib. Rogers tog da til New-York, kjøbte der en stor Tremaster, omtrent 400 Tons drægtig, besørgede en Maskine indsat i den og lod den indrette paa Dampssejlads, dog saaledes, at dens Sejlføring og alt hvad dertil hørte, ikke led nogen Skade, — kort sagt, den blev udrustet saaledes, at den baade kunde gaa med Damp og Vind. Det var et ganske forunderligt udenbords Maskineri, den fik; Hjulkasser og Hjul vare nemlig ikke fast forbundne med Skroget, men indrettede saaledes, at de med Lethed kunde skilles ad og slaaes sammen som

en Vifte, og derefter hales indenbords, naar man fandt det for godt, og atter igjen lægges udenbords, naar man ønskede det. Skibet selv fik Navnet Savannah efter den By, hvor Rhederiet hørte hjemme.

Den 26de Maj afsejlede det da altsaa og brugte 25 Dage om at gaa til Liverpool, men af disse 25 Dage havde Maskinen dog kun arbejdet i 18; i de øvrige havde Sejlene gjort Tjeneste. Man var nemlig midt i Atlanterhavet bleven ængstelig for, at Kullene skulde slippe op, og havde derfor halet Hjulene ind; først da man atter nærmede sig Land, havde man sat Dampen op igjen.

Det vakte naturligvis en uhyre Sensation i England, da man hørte, at Skibet var gaaet over Atlanterhavet, og det forstaar sig af sig selv, at Kaptajnen var Gjenstand for almindelig Hyldest baade der og overalt, hvor han paa Skibets videre Rejse til St. Petersborg kom hen. I Kjøbenhavn foranstaltede man Lystture ud til Skibet og beundrede i høj Grad dets komfortable Indretning, i St. Petersborg gik endog Kejseren ombord og lod sig alt forevise og forklare paa det nøjeste, og som Tegn paa sin allerhøjeste Tilfredshed og Agtelse skjænkede han Skibet to fortrinlige Kjættinger, forarbejdede i de russiske Marineværksteder.

Trods alt dette blev dog Savannahs Rejse kun en Prøvetur, og den kom aldrig til at gjøre flere Farter over Atlanterhavet; Tanken var kommen for tidlig frem, man vovede endnu ikke at bryde med det gamle, man fik baade nu og langt senere ad Beregningens Vej ud, at det ikke kunde blive til noget, kort sagt, der maatte gaa lang Tid endnu, inden man definitivt turde og vilde indlade sig paa et saadant Foretagende igjen. Savannah mistede derfor sin Maskine, da den kom hjem, og gjorde fra nu af kun Tjeneste som Sejlskib; den strandede senere paa Kysten af Long-Island. —

Man vil let kunne forstaa, at det Spørgsmaal, der her beskjæftiger os, og som man vel foreløbig opgav, men derfor naturligvis ingensinde tabte af Syne, at det, sige vi, maatte fremkalde en overmaade livlig Meningsudvexling og blive Gjenstand for en saa meget hidsigere Debat, som det greb ind i de mest modstridende Interesser. Det var konstateret, at Savannah havde gjort Rejsen 6 Dage hurtigere end Sejlskibene i Reglen gjorde den; det Faktum havde man at gaa ud fra, og det blev naturligvis altid holdt frem af dem, der talte for Sagen, dem, som, havde Interesse af at faa den sat i Scene. Af dem var der mange; først alle Maskinkonstruktørerne, dernæst Kulmineejerne, Jernhandlerne og tildels Skibsbyggerne, forsaavidt som de haabede paa et Opsving af den oversøiske Sejlads og derved paa flere og større Bestillinger, endelig alle de mange, der havde Fordel at vente af Leverancer til Maskinerne. Imod dem stod Sømændene, de rigtige i den gamle Navigation-oplærte Søfolk af alle Klasser, Sejlmagerne og de Rhedere, der sad med Skibe paa Haanden og havde Kapitaler staaende i dem, og som altsaa frygtede for Konkurrencen med de nye, mere hurtigsejlende Rivaler, — og endelig mellem begge Parter de Kapitalister, der dog til syvende og sidst skulde afgjøre Spørgsmaalet ved at lægge Pengene til, og som nu fik Ørene tudede fulde af de andre, der hver for sig rykkede frem med alle de til deres Raadighed staaende Grunde.

Jo længere Tid der gik, og jo flere Erfaringer der altsaa indhentedes om Dampskibenes Sødygtighed, desto ivrigere blev Debatten, og det var et væsenligt Moment i den, at først et engelsk Skib i 1825 gik fra Falmouth til Calcutta i 47 Dage og kort efter et hollandsk fra Amsterdam til Curaçao, begge med vexelvis Benyttelse af Sejl og Damp. Der fremførtes herimod af Modstanderne, at for det første havde intet af Skibene udelukkende betjent sig af Dampkraften og for det andet havde de kunnet lægge bi ved det gode Haabs Forbjerg, medens det var umuligt at stoppe op

nogetsteds paa Rejsen til Amerika. Dertil kom naturligvis en uendelig Mængde andre Grunde, som enten skulde nedsætte Betydningen af det hele Foretagende eller endog rentud godtgjøre Umuligheden af dets Realisation. Det vilde jo da f. Ex. være taabeligt, sagdes der, at anvende den store Bekostning, som Brugen af Kullene medfører, naar man kunde hjælpe sig med Vindens Kraft, som man havde gratis; og hvordan skulde man faa Plads til saamange Kul, som udfordredes, naar man, hvad jo da ikke gik an, ikke vilde formindske Lastrummet. Fragten vilde derved blive dyrere, Konkurrencen altsaa falde ud til Fordel for Sejlskibene.

Selv Videnskabsmændene kastede sig ind i Debatten, og kom til det sørgelige Resultat, at det var en Umulighed, man ivrede for. Lardner, hvis fortrinlige Bog om Dampmaskinen vi oftere have benyttet, kunde ifølge sine Beregninger ikke indse andet, „end at en stadig og vedblivende Forbindelse mellem Storbrittanien og New-York ved Dampskibe var under Dampskibsfartens nuværende (1836) Tilstand i høj Grad urimelig. Da Rejsens Længde overskrider de nærværende Grændser for Dampkraften, saa maatte man da i ethvert Tilfælde opløse den i saa korte Stationer som muligt, kunde altsaa allerydelligst gaa til den Grændse, der var afstukket fra det vestligste Punkt i Irland til det østligste i Amerika; man vilde derved naa Grændsen for Dampkraftens Anvendelse tilsøs, saaledes som den nu var; forbedredes Skibene, ja saa kunde man gaa videre.“ Denne Anskuelse fremsatte han baade i Skrift og i Tale, ja paa et Møde i Bristol, der var sammenkaldt netop i den Hensigt at debattere Sagen, svarede han paa en Paastand fra Modpartens Side, at ligesaa godt som man kunde tænke paa at sejle fra England til Amerika med Damp, ligesaa godt „kunde man prøve paa at krybe til Maanen.“

Som han ræsonnerede, saaledes mange andre. Hos os udtalte Ursin sig i det af ham og nys afdøde Etatsraad Hummel udgivne „Nyt Magazin for Kunstnere og Haandværkere“ aldeles paa samme Maade. Han tog Ordet netop i Anledning af Lardners Udtalelser, og fordi man havde gjort Indvendinger imod Lardners Mening, især forsaavidt den støttede sig paa ældre Data (indtil 1834); „men Forfatteren tror dog ved at udpege faa af de mange Vanskeligheder fra Søvæsenets og Mekanikens Side, der hindre en saadan Overfart fra Storbrittaniens Kyster til de forenede Stater, at gjøre Publikum en Tjeneste ved at indgyde Kapitalisten den nyttige Grad af Forsigtighed, som uden at tilintetgjøre Lysten til Foretagendet, indskrænker dens Virksomhed til Grændser, som love med Rimelighed Fordel.“

Han vil derfor gjennemgaa „nogle foreløbige Gjenstande, som staa i Forbindelse dermed,“ og begynder da med selve Bevægelsesmekanismen, Skovlhjulet, som i og for sig medfører et Kraftspild, forsaavidt som Skovlfladen nemlig, idet den gaar op af Vandet, „virker paa saadan Maade mod Vandet, at Kraften enten gaar til Spilde eller virker til at sinke Skibet i sin Fart,“ et Krafttab, som er desto følelligere, jo mere Skovlerne sænkes i Vandet, og derfor paa rum Sø, hvor Bølgeslaget med korte Mellemrum vil bringe Vandet højt op paa Hjulet, vil være af stor Betydning. Ganske vist har man søgt at bøde derpaa ved at indrette sig Hjul med bevægelige Skovler — Morgans Skovlhjul, som siden ville blive omtalte — men de ere saa vanskelige at reparere, naar de lide Bræk, at man just paa lange Rejser maa foretrække de almindelige. Dernæst omtaler han, at den Omstændighed, at Havvandet indeholder saa meget Salt, nødvendigvis medfører, at man med forholdsvis korte Mellemrum maa lade det i Kjedlen indpumpede Vand løbe ud igjen; men derved tabes en hel Del Varme, ikke at tale om at Dampudviklingen hæmmes, og at Kjedlen maa være større end sædvanlig, hvorved det værdifulde Lastrum for-

mindskes. Af Hensyn til Kjedlens Røgkanaler, som let forstoppes, har man desuden i rum Sø den Ulempe, at man maa stoppe op for at rense dem; man maa lade Kjedlen afkjøles, „hvortil medgaar mindst 24 Timer; for siden at faa Dampen op, anvendes en vis Del Brændsel, i Gjennemsnit saameget, som vilde kræves for at komme 15 engelske ($3\frac{3}{4}$ danske) Mil fremad."

„Alle disse Omstændigheder virke til at afkorte den Længde, som i det praktiske en uafbrudt Dampskibsrejse vil have." Men en endnu langt betydeligere Hindring ligger i selve Brændselet, i den Omstændighed, at det optager en saa særdeles stor Del af Skibets Plads, og altsaa reducerer Lastrummet, som er det, der betaler Sejladsen. Han gjennemgaar udførlig de Opgjørelser, der foreligge, og kommer til det Resultat, at der i de bedste bekjendte Skibe maa forbruges $2\frac{2}{15}$ Tons Kul pr. Hestekraft paa en Rejse af 800 Miles Længde, som er Afstanden mellem Liverpool, — der er det rimeligste Udgangspunkt, — og New-York, og da dertil desuden maa regnes omtrent 12 Procent til Brug i Nødstilfælde, saa stiger dette Beløb altsaa til $2\frac{2}{5}$ Tons pr. Hestekraft. „Give vi altsaa Skibet 220 Hestes Kraft, gjøre dets Drægtighed 807 Tons, saaledes som Forholdet er ved et af de fortrinligste Dampskibe Medea, tilhørende den engelske Orlogsmarine, saa ville de fornødne Kul indtage 530 Tons, selve Maskinen 220 Tons, eller ialt 750 Tons; der er saaledes kun 57 Tons levnede til Gods, Passagerer, Mandskab og Provisioner." Det vilde ikke hjælpe noget, om man for at faa mere Lastrum gjorde Skibet større, thi i samme Grad, som det skete, vilde ogsaa Rummet til Maskineri og Brændsel forøges, og Resultatet er da altsaa det, at der „for Tiden kun er ugunstige Udsigter til at oprette en uafbrudt Dampsejlads mellem Storbrittanien og New-York, ... og kan den overhovedet oprettes, saa maa den næsten udelukkende indskrænkes til at transportere Passagerer og lette Varer, som kunne betale for en hurtig Overfart." Ogsaa han kan derfor ikke se andet, end at Fartens Længde maa indskrænkes til det mest mulige, f. Ex. fra Vestkysten af Irland til Halifax i Ny-Skotland; eller fra Lissabon eller Oporto til de azoriske Øer og derfra til New-York; „et Dampskib kunde hertil have de fornødne Kul inde og endda faa et klækkeligt Rum til Passagerer og Gods."

Hvor meget eller hvor lidt der nu ligger i disse Udtalelser, behøver ikke her at drøftes, da jo Erfaringen har lært, at det, de gaa ud paa at vise som praktisk uudførligt, er bleven udført, og det endog i langt større Maalestok, end man dengang tænkte paa; vi have anført dem, forat man kan se, hvad man mente om Sagen, hvor stor Mistillid, Theoretikerne havde til den, og hvor meget Forsigtighed blev anbefalet. Man kan deraf gjøre sig et Begreb om Anskuelserne, og man kan navnlig deraf se, at naar der trods alle disse Grunde, som — det gjentage vi, — ikke blot fremsattes af fødte Modstandere, men af Mænd, der selv stode uafhængige i Sagen, og hvis almindelig anerkjendte Dygtighed maatte give deres Meninger forøget Vægt, at naar der, sige vi, trods alt dette endda vovedes et Forsøg, saa maatte det være dristige Spekulanter og driftige Folk, der havde Mod til at tage fat paa den Sag, og endog sætte den i Scene i en saadan Maalestok, som det skete. Men det er nu engang saaledes, at den britiske Foretagelsesaand, naar den først har faaet fat paa et Spørgsmaal, ikke slipper det igjen, førend det er forsøgt, om der saa tales og skrives nok saa meget om det umulige i at gjennemføre det. Der er jo dog neppe nogen saa vild Spekulation, noget saa halsbrækkende Foretagende, at det ikke altid finder nogle Tilhængere og Understøttere i England, — og det gik da ogsaa dette Spørgsmaal saaledes. Medens de lærde skrev Afhandlinger, medens Sømændene tordnede mod de nye Kon-

kurrenter, og medens de forsigtige Kapitalister kalkulerede, vare flere hundrede Arbejdere i travl Beskjæftigelse paa Bristols Værfter for at bygge det stolte og indtil da i Størrelse og udmærket Indretning uovergaaede Dampskib, der kom til definitivt at aabne den transatlantiske Dampsejlads. Det var Great-Western, et af de eleganteste og mest majestætiske Skibe, der nogensinde er udgaaet fra et engelsk Skibsværft. Det havde en Drægtighed af 1430 Tons og en Længde af 255 Fod; dets Maskine var paa omtrent 900 Hestes Kraft, dets Hjul 27 Fod i Diameter og forsynede med Skovler paa 11 Fods Længde.

I Marts Maaned 1838 blev det færdigt, og kort Tid efter saa man paa Væggen i samme Sal, hvori Lardner havde erklæret Problemet for uløseligt, en Plakat, der meddelte, at „Great-Western, ført af Lieutenant Hosken, afgaar fra Bristol til New-York den 4de April."

Aldrig saasnart var dette offenliggjort, før et andet Interessentskab besluttede sig til at prøve det samme og i den Anledning lade Dampskibet Sirius, 740 Tons drægtig og med Maskine paa 320 Hestes Kraft, forsøge Sejladsen sammen med Great-Western.

Den 5te April 1838 afrejste Sirius da fra Cork, den vestligste Havn i Irland; det havde 490 Tons Kul og 53 Fade Harpix med sig til Brug som Brændsel. Tre Dage efter var Great-Western sejlklar i Bristol, medtagende 700 Tons Kul; kun 7 Passagerer havde dristet sig til at gaa med. Og nu begyndte der mellem disse to Skibe en Væddesejlads over Oceanet, hvori de ikke lod sig standse hverken af Vind eller Strøm, skjøndt begge Dele i de første Dage vare dem meget imod.

Til at begynde med gik Sirius kun smaat fremad paa Grund af dens store Kullast; men efterhaanden som den brændte Kullene op, tiltog dens Hastighed, og den 22de April var begge Skibe paa samme Længde, fjernede i Brede 3 Grader fra hinanden. Fra det Øjeblik vandt Sirius bestandig større og større Forspring, og om Morgenen den 23de havde den endelig New-York i Sigte.

Man vidste i Amerika, at de to Skibe vare undervejs, og man ventede dem med stor Utaalmodighed; hver Dag strømmede Befolkningen til Kajerne for at se efter dem, og hver Dag gik man hjem igjen, skuffet over deres Udeblivelse. Man kan derfor let tænke sig den Spænding, der greb den forsamlede Mængde, da den den 23de om Morgenen saa et lille sort Punkt i Horizonten, der lidt efter lidt kom tydeligere frem af Taagen og tilsidst præsenterede sig som et Skib med en lang Røghale efter sig. Nu var der ingen Tvivl længere, nu kom de dristige Sømænd, og hurtig fik enhver sin Baad gjort klar, fik Flaget frem og Aarerne stukne ud, og da Sirius endelig lagde ind paa Rheden, var det omringet af en saadan Sværm af Baade, at det neppe kunde komme frem. Ustandselige Hurraraab lød om det, og da det kastede Anker under Salut fra Batterierne paa Bradlow og til Gjenhilsen tonede Flag, steg Jubelen til det højeste.

Næppe vare Hurraraabene for det førstankomne Dampskib forstummede, førend det som en Løbeild gik igjennem Befolkningen, at det andet allerede var i Sigte, og det følger af sig selv, at den samme festlige Modtagelse, som var bleven dets heldigere Rival til Del, nu gjentoges, og det med saameget større Grund, som Great-Western havde været 3 Dage mindre undervejs end Sirius. Under Kanonsalut sejlede det for fuld Kraft ind og lagde sig Side om Side med sin Konkurrent, der hilsede det med levende Hurraraab, som det besvarede med et nidobbelt Hurra for Dronningen. — Det havde gjort Rejsen i 15 Dage.

Efter et kort Ophold i New-York, vendte begge Skibe tilbage til Europa igjen, Sirius efter en Rejse paa 18 Dage, Great-Western atter efter tre Dages kortere Sejlads. De kom hjem i god Behold og uden andet Uheld paa

Rejsen, end at Great-Western havde haft en flere Dages stærk Storm, der forsinkede den overmaade meget.

Spørgsmaalet var da nu altsaa trods alle ildevarslende Spaadomme løst paa den mest tilfredsstillende Maade; det var konstateret, at Dampskibene her, som alle andre Steder, medførte en betydelig Besparelse i Tid fremfor Sejlskibene, det fulgte altsaa af sig selv, at man ikke lod det blive ved Forsøget, men saa hurtig som muligt tog fat paa en regelmæssig Transport. Regjeringen gik heri i Spidsen, idet den betroede Great-Western Postsækkene. Hvad Sirius angaar, da fandt man det ikke stærkt nok til transatlantisk Tjeneste; det indtraadte igjen i sin gamle Fart London-Cork.

Videre at følge Dampskibsfartens Fremgang og at angive de forskjellige Dampskibslinier med samt Antallet og Størrelsen af de benyttede Skibe, skulle vi nu ikke indlade os paa, det vilde gaa langt udenfor Planen for nærværende Værk; den, der vil søge Oplysning derom, henvise vi derfor til de maritime Kalendere og Journaler. Men vi skylde en Oversigt over Hovedtrækkene i selve Maskinernes Udvikling, og skulle derfor i de følgende Kapitler samtidig med Beskrivelsen af Maskinerne anføre det vigtigste af, hvad der derom er at sige. Inden vi dog gaa over dertil, finde vi Foranledning til et Par Bemærkninger.

Man har set, at den hele Sag først for Alvor sattes i Scene i 1807, da Clermont førte dets ufortrødne Bygmester fra New-York til Albany; man har hørt, at der forløb 5 Aar, inden Europa tog Del i Bevægelsen, og der er endelig nu vist, at der hengik 26 Aar til, inden det Bølgeslag, der kastede Theorien over til Europa, løb tilbage igjen med et glimrende Vidnesbyrd om dens Fremgang og store praktiske Anvendelighed. Mellemtiden havde medført store Forandringer og Forbedringer i det oprindelige, havde lært at overvinde mange af de Vanskeligheder, som dukkede op, da Dampmaskinen, der laa fuldt færdig i sin Anvendelse tillands, nu skulde føres ud paa Søen, hvor den maatte arbejde under væsenlig andre Forhold, og man var kommen saa vidt, at man havde faaet Skibenes Hastighed fordoblet og havde begyndt at bygge dem af Jern. Men Fremtiden blev det endnu forbeholdt at føre alt dette videre, og paa Grundlag af hvad der forelaa, at udstrække Anvendelsen over længere Rum og længere Tider, at arbeide med større Skibe og endelig at afændre hele Bevægelsesmekanismen.

Som det var gaaet med selve Dampmamaskinen, at Englænderne i lang Tid sad med den paa Haanden og var de eneste, der forstod sig paa Maskinerne og forstod at bygge dem, saaledes gik det ogsaa med Dampskibene; vi have for vort eget Lands Vedkommende jo allerede set, at de første Dampskibe kom fra England, og at det først var i 1831 en Dampskibsmaskine konstrueredes her. Det gik ikke de andre Lande bedre; ogsaa de maatte ty til Engelskmændenes Hjælp, og hvad da særlig Frankrig angaar, saa kom det først rigtig med fra 1830, da Regjeringen havde sendt Ingeniøren Hubert til Liverpool for der at lade konstruere en Maskine paa 160 Hestes Kraft, som var bestilt hos Fawcet, og som det var Regjeringens Hensigt at tage til Mønster for alle de følgende Maskiner, den vilde benytte og selv forfærdige til sine Orlogsskibe. Maskinen blev sat ind i Krigsskibet Sphinx, 1830, og blev efter Bestemmelsen virkelig benyttet som Model til en hel Række andre Skibe, saa at der i Virkeligheden i den næste halve Snes Aar ikke skete nogensomhelst Emancipation fra den engelske Type. Og det gik de andre europæiske Lande paa samme Maade; det engelske Supremati kunde man ikke afkaste, man maatte forskrive Maskinerne derfra, og derfor finder man i alle Landes Mariner Maskiner fra Maudslay, Napier, Rennie og Fawcet, og hvad ellers de

store Maskinfabrikanter hedde, — og det er jo en bekjendt Sag, at der endnu stadig leveres baade Marine- og Koffardidampskibe fra engelske Fabriker rundt omkring til de allerfleste andre Lande. Den engelske Type holdt sig derfor i lang Tid ren — og der er atter her at bemærke, at ligesom Englænderne vare mærkværdig konservative ligeoverfor Watts Balance-Fabriksmaskine, saadan holdt de paa den som Skibsmaskine —; det er derfor først efter 1840, da de andre Lande og især Frankrig begyndte at komme med, at Fremskridtene kom, og at Forandringerne baade i Kjedler, Maskiner og Bevægelsessystemerne kom frem. Fra 1844—45 daterer sig saaledes den nu i alle Mariner almindelig indførte Brug af Skruen; fra 1846 den med „Austerlitz" mellem Paris og Montereau indførte Færgefart, der begrunder sig paa, at en Kjæde, der hviler paa Flodbunden, hales ind for og stikkes ud agter, og Færgen da slæbes langs den; Methoden har vist sig saa god, at den nu ikke blot anvendes i stor Udstrækning paa Sejnen, men fra 1ste September 1865 førtes over paa Elben, hvor den betydelig letter Forbindelsen mellem Buckau og Neustadt. Endelig opstod samtidig med denne sidste Methode en anden, der skulde lette Sejladsen gjennem de stærke Strømløb paa Rhonen, og som bestaar i, at Damphjulet griber fat i Bunden, og med Støttepunkt paa den tvinger Færgen fremad. Men af alt dette er da naturligvis Skruen det allervigtigste; den skal derfor siden blive Gjenstand for speciel Omtale.

SYVENDE KAPITEL.

DAMPSKIBSKJEDLER. — SIKKERHEDSVENTILER. — UDBLÆSNINGSRØR. — BRINEPUMPE. — SALINOMETER. — OVERFLADEFORTÆTNING. — DAMPSKIBSMASKINERNE.

Det er let at indse, at der ikke alene ligeoverfor Spørgsmaalet om Pladsen, men ogsaa paa Grund af Brandfarligheden har været en hel Række af Hensyn at tage ved Dampkjedlernes Indsættelse i Skibene. Det er ikke her som paa Land, hvor man kan bygge Fyrsted og Røgkanaler af Muurværk, og hvor der ikke er Tale om en bestemt Placering af Tyngdepunkt, eller overhovedet er særegne Hensyn til Opstillingen at tage. Alt dette træder her frem og har som sagt fordret en Mængde særegne Dispositioner, som vi nu nærmere skulle omtale.

Kjedlen kan, af Hensyn til den indskrænkede Plads, ikke gjøres meget stor, hvorfor den maa være indrettet paa at producere en betydelig Dampmængde i kort Tid. Derfor kan den, om end i ydre Form lig en Landkjedel, dog ikke indsættes paa samme Maade som denne; den maa have Fyrstedet indvendig, og Røgen og den varme Luft maa føres ind igjennem den i mange Kanaler, forat Ildpaavirkningsoverfladen kan være saa stor som mulig. Derved opnaaes tillige, at Vandet paa Grund af Kanalvæggenes Modstand ikke kan komme i særdeles stærk Bølgebevægelse, selv om Skibet ruller stærkt i Søen.

Den kan da altsaa faa den Indretning, som Figur 89, der forestiller en af de tidligere almindelige Kanalkjedler til Lavtryk, viser i vandret Gjennemsnit set ovenfra. A A er de

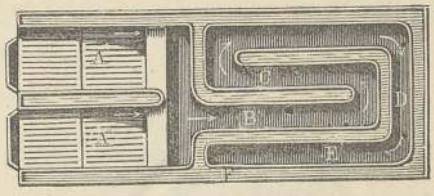


Fig. 89. Kanalkjedel.

to Riste, adskilte ved en med den øvre Del af Kjedlen forbunden Vandbeholder; fra A A gaar Røgen frem og tilbage gjennem Kanalerne B, C, D og E, og derfra til Skorstenen. Er Kjedlen meget høj, kunne Kanalerne ligge i to Lag, det ene over det andet.

Som man ser, er den Slags Kjedler væsenlig ikke andet end de sædvanlige Landkjedler, anbragte under vanskelige Forhold, og omgivne

af Vandbeholdere i Stedet for af Murværk. Men efterat man havde opfundet Lokomotiv-Rørkjedlen, begyndte man at anvende en lignende Konstruktion tilsøs, der medfører den store Fordel, at den med samme Gjennemsnitsareal af samtlige Rør, som det, der i Kanal-

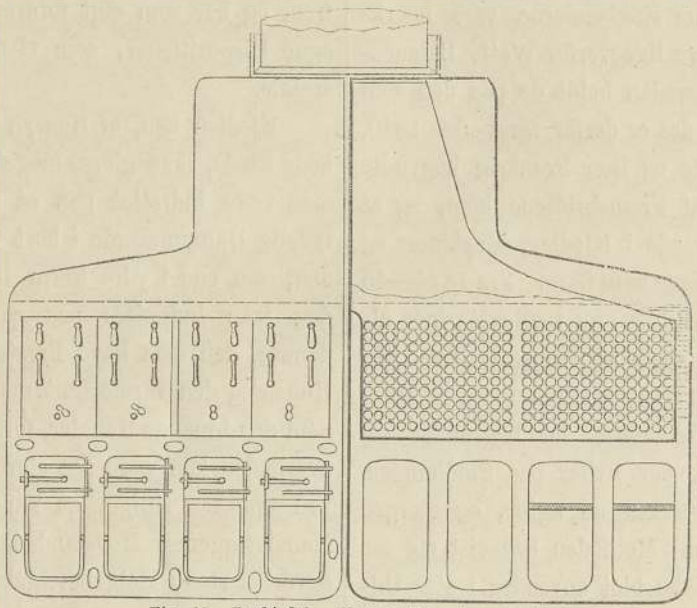


Fig. 90. Rørkjedel. Plan og Tværgjennemsnit.

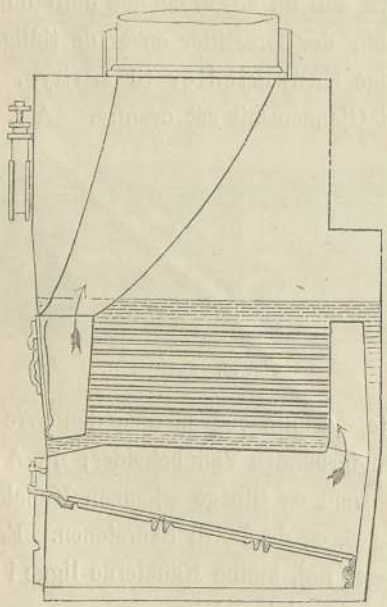


Fig. 91. Længdegjennemsnit.

kjedlerne anvendes til Røgkanaler, faar en langt større Ildpaavirkningsflade. Derved bliver det igjen lettere at faa Dampen op og holde Dampudviklingen vedlige. En saadan Kjedel er afbildet i Figurerne 90 og 91, og forstaas umiddelbart af Figurerne. Man indser, at den paa Grund af sin Konstruktion medfører en Ulempe, der her træder stærkere frem end ved Kanalkjedlerne, den nemlig, at Rørene, hvis Lysning kun er 3—4 Tommer, indvendig let tilstoppes af Sod og udvendig betrækkes med Steen og Salt. Det er af Hensyn hertil, at der foran paa Kjedlen (Fig. 90) og med Indgang til forreste Røgkammer (ved Pilen tilvenstre Fig. 91) er anbragt en Række Døre, som aabnes, naar man vil rense Rørene ud indvendig med Skrabere og Børster. Skal de renses udvendig, da maa paa sædvanlig Maade en Mand ind i Kjedlen og skrabe den; forat han lettere kan komme til, bør Rørene — som i Figurerne — anbringes lagvis over hverandre og ikke lægges i Zigzag; Kjedlen er til den Ende som sædvanlig forsynet med Mandehul, ligesom det da naturligvis forstaaes af sig selv, at den ogsaa har alle andre Biindretninger — Vandstandsmaalere osv. — som Landkjedlen.

Endnu en Art Kjedel tro vi her at burde omtale, fordi den med Hensyn baade til hurtig

Dampudvikling og stor Styrke indtager en fremragende Plads blandt de mange forskjellige Kjedelkonstruktioner, der have været foreslaaede. Det er den af W. og J. Galloway i Manchester konstruerede Rørkjedel, der er afbildet i Figurerne 92—94. Som man ser af Fig. 92, der forestiller et lodret Længdegjennemsnit af den, er det en Kanalkjedel med indvendig Indfyring, hvis Kanal er afstivet ved en Række koniske Kogerør (Fig. 93) der ere omtrent to Tommer større i Diameter foroven end forneden, og som ere stillede saaledes, at de ikke staa i en Linie, men ere forskudte for hverandre, hvorved Flammen bliver nødt til fuldstændig at indhylle dem. Derved blive disse Rør en Del af Ildpaavirkningsfladen, og deres koniske Figur bevirker en langt større Dampproduktion, end om de havde været cylindriske, thi i saa Tilfælde vilde enhver Dampboble, naar den søgte tilvejrs, glide langs Siden og derved forhindre Vandets Berøring med Væggen. Forholdet er altsaa i alle Henseender truffet saa gunstigt som muligt, og det er da ogsaa konstateret, at Kjedlen er i høj Grad kulbesparende. Den kan desuden af den Grund ikke koge over, at den er forsynet med et særegent Dampkammer (Fig. 92), der ved et Par korte Rør staar i Forbindelse med Hovedkjedlen.

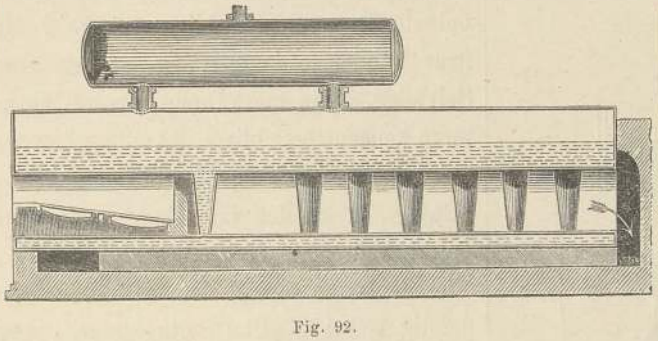


Fig. 92.

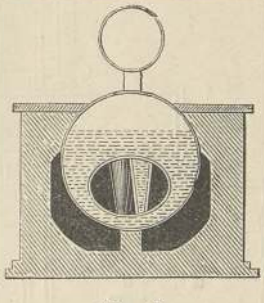


Fig. 93.

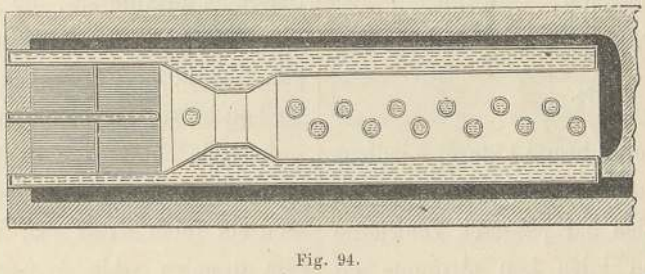


Fig. 94.

Da den Kraft, der udfordres for at sætte et Skib i Bevægelse, er meget stor, vil en Kjedel kun i det Tilfælde være tilstrækkelig til at producere den fornødne Dampmængde, naar Skibet er meget lille. Er dets Størrelse nogenlunde betydelig, fordrer hver Maskine to Kjedler, og da der igjen ofte benyttes to Maskiner samtidig, er altsaa Antallet af Kjedler i saa Tilfælde fire. For i fornødent Fald at kunne benytte hvilkensomhelst af dem uafhængig af de andre, er enhver af dem forsynet med alle de for en enkelt Dampkjedel nødvendige Apparater. Den udviklede Damp ledes enten fra hver to og to ind til et for dem fælles Dampkammer, hvorfra Damprøret udgaar, eller den ledes direkte ind i det fælles Damprør, som ved Ventiler kan afspærres fra hver enkelt Kjedel. De fire Kjedler kunne igjen enten stilles ved Siden af hverandre, saa at alle Fyrsteder ligge jevnsides, eller de kunne vende Bagsiderne mod hverandre, saa at to af Fyrstederne ere ved deres Forkant, to ved deres Agterkant. Er det Tilfældet, gaar sædvanlig en smal Gang ind mellem Kjedlerne, saa at man gjennem den kan komme fra det forreste Fyrkammer til det agterste. Endelig kunne Kjedlerne ligge saaledes, at de alle vende Bagsiderne ud mod Skibssiderne, to til den ene Side, to til den

anden; i saa Tilfælde vende alle Fyrstederne ind mod en Gang midtskibs, hvorfra der fyres til begge Sider.

I Figur 95 og 96 ere afbildede et Par Kombinationer af Sikkerhedsventiler, to paa hver Kjedel, af hvilke den ene staar i Maskinmesterens Magt, den anden, der stedse er belastet med sin største Vægt, derimod udenfor

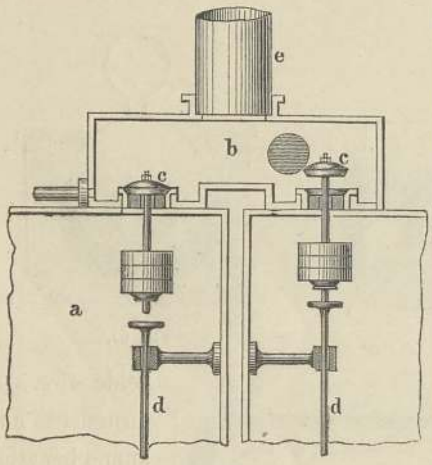


Fig. 95.

hans Kontrol. a a er i begge Figurer Kjedlens Damprum, b et Kammer, hvori Dampen kan strømme ind, naar den har passeret Ventilerne c c, og hvorfra den igjen kan strømme ud gjennem Spildedampskortenen e. I Figur 95

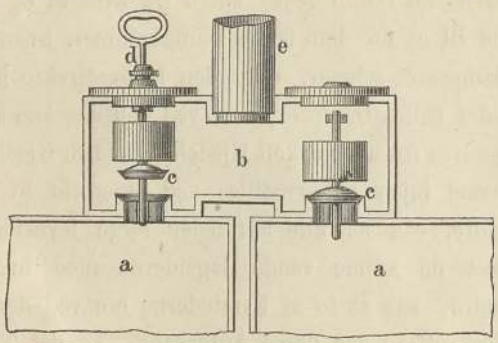


Fig. 96.

staa Stængerne d d ved Hjælp af et Par Vinkelvægtstænger i Forbindelse med et Par andre Stænger, der gaa ud gjennem Stoppebøsser paa Kjedlens Forside; Maskinmesteren er derved istand til fra selve Maskinrummet at lette Ventilerne uden først at skulle gaa op paa Dækket, hvad der ved Arrangementet Fig. 96 er nødvendigt.

Den Omstændighed, at Dampskibskjedlerne forsynes med Saltvand, der gjennemsnitlig indeholder 3 pCt. Salt, medfører, som man let vil indse, Nødvendigheden af en ofte gjentaget Fornyelse af Kjedelvandet. Sagen er jo nemlig den, at al Saltet, og overhovedet alle af Vandet opløste Bestanddele, blive tilbage i Kjedlen, naar Vandet fordamper, og det er altsaa en Selvfølge, at jo mere Damp, der udvikles, desto mere koncentreret bliver det tilbageblevne, desto mere nærmer det sig Mætningspunktet — 37½ pCt. —, hvor det ikke kan holde mere Salt opløst ved den Temperatur, det har. Men allerede længe førend denne Grændse er naaet, nemlig ved 12½ pCt.s Saltholdighed, begynder Saltet at udskille sig, og lod man det komme saa vidt, vilde det afsætte sig paa Bunden og paa Kanal- og Rørvæggene og beklæde disse med en haard, meget slet varmeledende Skorpe, som vilde foraarsage et betydeligt Varmetab, for saa vidt som Ilden nemlig ikke kunde virke med sin fulde Kraft paa Vandet indenfor, og som desuden vilde fremskynde Kjedlens Ødelæggelse, da Varmen, der meddeles Kjedelpladerne, ikke tilstrækkelig let kunde afgives til Vandet. Man fik da kort sagt en Kjedelstensskorpe, som naturligvis saameget lettere danner sig her end i Landkjedlerne, som Fødevandet indeholder mere Salt. At ville forhindre denne Skorpes Dannelse ved de samme Midler, som ligeoverfor den almindelige Kjedelsten anvendes tillands, vilde her ikke føre til noget; der er intet andet at gjøre, end ofte at forny Kjedelvandet, at blæse ud, som man kalder det, og igjen at erstatte det udblæste ved frisk Søvand.

En saadan Udblæsning bør nu igjen ske med ikke altfor store Mellemrum, forat man ikke skal være nødt til hver Gang at indpumpe særdeles store Mængder frisk Vand, som vilde

afkjøle Kjedelvandet og forsinke Dampdannelsen betydelig. Man aabner derfor omtrent 1 Gang hver Time en paa Kjedlen anbragt Udblæsningshane, Skumhane, som lukker et fra Kjedlens Bund udgaaende Rør, der forlænger sig ud gjennem Skibssiden. Hanen selv sidder inde i Fyrrummet, saa at den er let tilgjængelig, og Nøglen, hvormed den aabnes og lukkes, er til at tage af, forat den ikke ved Uforsigtighed skal aabnes i Utide.

Ofte indretter man sig ogsaa saaledes, at Udblæsningsapparatet er selvvirkende, det vil sige paa en eller anden Maade bringes til at virke uden Maskinmesterens Mellemkomst. I den Hensigt har f. Ex. de oftnævnte Fabrikanter Maudsley og Field paa Kjedlen anbragt en saakaldet Brinepumpe, som bevæges af Maskinen selv og pumper en ringe Mængde Vand ud ved hvert Slag. Da dens Størrelse er afpasset saaledes, at den Mængde, der udpumpes, plus det, der gaar bort som Damp, er lig det Kvantum, Fødepumpen bringer ind i Kjedlen, saa opnaaes derved, at Vandet i Kjedlen beholder nogenlunde den samme Saltholdighed, ikke at tale om den betydelige Fordel, at det kolde Vand hver Gang indføres i saa ringe Kvantum, at det ikke kan have væsenlig Indflydelse paa Temperaturen i Kjedlen. De have tillige forstaaet at drage Fordel af i det mindste noget af den Varme, som ellers gaar tabt derved, at det udblæste Vand er varmt, idet de have lagt det Rør, hvorigjennem det friske Vand pumpes ind i Kjedlen, indeni det Rør, hvorigjennem Udblæsningen foregaar. Den Varme, det udblæste Vand fører med sig, kommer derved til at opvarme det friske Vand noget, saa at der altsaa spares Brændsel.

Et andet selvvirkende Udblæsningsapparat, som dog ganske vist ikke kan maale sig med det nys nævnte, er det i Figur 97 afbildede, som skyldes Lamb. Det virker paa den Maade, at en Kobbersvømmer aabner og lukker for et Udblæsningsrør e e, hvis nederste Aabning er anbragt omtrent 12 Tommer under Vandstandshøjden. Svømmeren a, der ved Hjælp af Skrue-

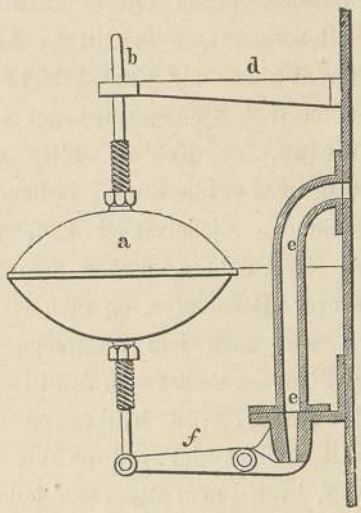


Fig. 97.

gænger paa Stangen b kan forflyttes op og ned ad b, vil nemlig, naar Vandstanden i Kjedlen stiger, som Følge af, at Fødepumpen tilfører mere Vand, end der gaar bort ved Fordampningen, løftes op, styret i sin Bevægelse derved, at b gaar igjennem en Bøsning paa Stangen d, som sidder fast paa Kjedlens Inderside. Derved tager den den lange Arm af Vægtstangen f med sig, og man indser da, at den korte Arm, som hidtil har holdt Røret e's nederste Aabning lukket, nu vil gaa fra og tillade Damptrykket at blæse Vand ud saalænge, indtil Svømmeren paa Grund af Vandoverfladens Synken atter kan lukke til for e.

At man her har ladet Udblæsningsrøret munde ud ved Overfladen, har sin Grund i, at man efter Indførelsen af Rørkjedlerne har bemærket, at Skorpedannelsen er stærkere paa Rørene end paa Bunden. Man anbringer af samme Grund ogsaa ofte ellers Udblæsningsrørene omtrent midt imellem Vandsstandshøjden og de øverste Kjedelrør, anvender altsaa i Modsætning til den tidligere omtalte Udblæsning fra Bunden en Overfladeudblæsning.

Trods Anvendelsen af alle disse Apparater, hvis Hensigt da altsaa er at sikre mod for

stærk Koncentration af Saltet, kan det dog naturligvis ved Uheld eller paa anden Maade ske, at Saltholdigheden bliver utilbørlig stor, saa at Saltskorpen faar Tid til at danne sig. Det er for at skaffe sig Kundskab herom, at man har forsynet Kjedlen med det saakaldte Salinometer, en Kobber- eller Messingbeholder, der ved et lille Rør er forbunden med Kjedlens Bund. Kjedelvandet kan, naar en Hane paa Røret aabnes, derved komme til at strømme over i Beholderen, og man faar altsaa en Prøve, som man kan undersøge med en sædvanlig Flydevægt, eller som den tilsøs kaldes et Hydrometer, paa hvilket er afsat et Mærke, til hvilket det ved en vis bestemt Temperatur, hvortil man altsaa maa lade Vandet i Salinometret afkjøle sig, kan faa Lov til at gaa op, uden at man endnu behøver at udblæse; finder man, at den staar højere, da maa man aabne Udblæsningsrørene. Saltholdigheden svarer ved denne Grændse omtrent til 9 pCt.

At det Varmetab, der skyldes Udblæsningen, ikke er ubetydeligt, vil man let kunne indse uden yderligere Paavisning, og man forstaar, at Trangen til at raade Bod derpaa snart maatte frembyde sig; Fordelene vilde da være overordentlige ogsaa i mange andre Retninger. Vi skulle fremsætte de vigtigste:

1, En direkte Kulbesparelse af fra 12 til 30 pCt.
2, Formindskelse af Kjedlens Rumfang.
3, Mindre hyppig Rensning.
4, To—tre Gange længere Varighed af Kjedlen, da den er fri for Sten.
5, Mindre Fare for Explosion, da Vandstanden altid er den samme.
6, Besparelse i Retning af Transportomkostninger for Kullene. Anslaar man denne for et 500 Hestes Postskib til 25 pCt., saa giver dette for en 14 Dages Rejse, — Kulforbruget ellers regnet til 4 Pund i Timen pr. Hestekraft, — $\frac{14 \cdot 24 \cdot 4 \cdot 500}{4} = 168{,}000$ Pund Kul, det er 84 Tons Forøgelse i Lastrum.
7, Lettere Benyttelse af Højtryk med Expansion, idet Saltudfældningen ved 3 Atmosphærers Damptryk er overordenlig stor.

Man kan da som sagt, naar man tager Hensyn til disse mange Fordele, let forklare sig, at der ikke kunde gaa lang Tid hen, inden man søgte at undgaa Saltvandet, og der foreligger da ogsaa allerede fra 1821 en Række Forsøg i den Retning. Spørgsmaalet drejer sig, vil man let se, igrunden kun om Fortætteren eller rettere om Fortætningen; det er den wattske Fortætning ved Indsprøjtning, der skal erstattes ved noget nyt, thi fortættes der ved Saltvand, saa kaster Fødepumpen dette ind i Kjedlen, og saa bliver hele Historien inden ret lang Tid den samme som før, selv om man begyndte med at have Kjedlen fyldt med destilleret Vand. Det, der skal gjøres, er da altsaa at skaffe Fortætning uden Indsprøjtning, at fortætte tørt; man skal gaa tilbage igjen til Newcomens Overfladefortætning, men indrette denne saaledes, at den bliver lige saa virksom som den vaade Fortætning.

Nu er det et interessant Faktum at den første, der har givet sig af med dette Spørgsmaal, var den samme, der fra først af havde slaaet det ihjel, Watt nemlig, der havde opnaaet de store Resultater væsenligst netop ved at finde paa Indsprøjtningsfortætningen. Hans Søn var i Besiddelse af en Tegning af en saadan Overfladefortætter, der i 1776 skal have været forelagt Parlamentet, — men Watt opgav selv Tanken igjen, fordi han fandt, at denne nye Fortætter ikke nær saa hurtig kunde frembringe et lufttomt Rum som den almindelige med Indsprøjtningen. For ham havde det hele jo naturligvis heller ikke nær den Betydning, det senere fik; den Kjedelsten, der afsætter sig i en Landkjedel, er jo for intet at regne mod Saltaflejringen i en Søkjedel, der, for at nævne et Tal, i de store atlantiske Paketskibe kunde beløbe sig til 400 Centner Salt paa hver Fart, naar der ikke blæstes ud.

Spørgsmaalet stod da hen, indtil Napier tog det op igjen i 1821 og fik en Overfladefortætter lagt ind i Dampskibet „Postbudet", men uden at opnaa noget tilfredsstillende Resultat. Mange gav sig siden af med det, men med lige saa ringe Held, indtil endelig Hall gav en nogenlunde brugbar Løsning paa det. Samuel Hall fra Basford satte i 1836 den første brugelige Overfladefortætter ind i Dampskibet „Herkules". Det var en stor Kasse, ind igjennem hvilken et særdeles betydeligt Antal Kobberrør var anbragt saaledes, at de bestandig omgaves af koldt Vand, der trykkedes ind i Kassen nedenfra af en af Maskinen selv dreven Trykpumpe, og efter at have afkjølet Rørene løb ud foroven. Dampen strømmede da fra Cylinderen ind igjennem Rørene, fortættede sig som Følge af Afkjølingen og løb nu som varmt Vand hen i en Beholder, hvorfra en Pumpe førte det tilbage til Kjedlen igjen.

At det kunde gaa, derom er der ingen Tvivl, men mange Vanskeligheder var der dog forbundne dermed, saamange, at den hele Indretning langt fra at faa almindelig Udbredelse, tvertimod kun anvendtes i et meget begrændset Antal Maskiner. Det var da saaledes en stor Ulempe at have den meget store og tunge Kasse staaende og tage en betydelig Plads op; de mange Rør vare baade vanskelige at tætte og holde rene; indvendig satte der sig Snavs i dem, udvendig udskillede Svalevandets Salt sig. Derhos var Apparatet kostbart at anskaffe, og saa var det dog til syvende og sidst ikke gjort med dette Apparat alene, thi da der altid paa Grund af Utætheder gik noget tabt baade af Dampen og af det fortættede Vand, saa maatte man nødvendigvis have et Destillationsapparat ombord, som kunde erstatte det Tab, Kjedlen saaledes led. Praktisk talt var altsaa Spørgsmaalet endnu ingenlunde tilfredsstillende løst, og endskjøndt der i de følgende Aartier dukkede mere end et Dusin andre Systemer op, saa gik det dog ingen af dem bedre.

Først i de senere Aar (fra 1860) har man naaet at løse Problemet fuldkomment, og det kan ikke forundre nogen, at der kunde gaa saa lang Tid hen, naar man betænker de overordenlig mange Vanskeligheder, der stillede sig imod det. Det var jo ikke blot det, at Anlægsomkostningerne nødvendigvis maatte blive betydelige (60—120 Rbd. pr. Hestekraft) ved et saa kompliceret Apparat, at det paaførte Skibet en stor Extravægt, at det var vanskeligt at holde rent og fri for Rust, der var jo da endnu den uafviselige Fordring at tilfredsstille, at dets Konstruktion maatte tillade en let Adgang til de mange — fra 500 til 4000 — Rør, saa at de let kunde eftersees og hurtig udbedres. Alt dette er man dog nu bevislig kommen ud over, og det igjen ad en af to Veje, idet man enten har ladet det kolde Vand skylle omkring Rørvæggene, ɔ: altsaa ladet Svalevandet opvarme sig, eller har dryppet det som koldt Vand ind paa Rørene, ɔ: fordampet Svalevandet. Det første System er, som man ser, Halls Princip, og er sat i Scene af Sewell, Rowan, Clark og flere, det andet er forsøgt af Pisson, Pontifex, Louch og andre, og som Pisson har gjort det, indført paa flere franske Krigsskibe. Her holde vi os dog kun til det første System, som ganske vist vil vise sig at holde længst ud, og beskrive det mest fremragende af de derhen hørende Apparater, det, der skyldes Sewell.

Figur 98 viser, hvorledes det er indrettet. Ved A gaar Dampen ind i en med mange Rør forsynet Kasse, afkjøler sig langs Rørenes Overflade og løber bort som Vand gjennem B; Dampen stryger altsaa omkring Kjølerørene. Svalevandet, som drives af en særegen Pumpe, trænger ind ved C, tvinges af Skodden D til at løbe ind igjennem de nederste Rør for at komme over i Beholderen ved H, hvorfra det igjen ikke ad anden Vej kan komme bort end ved at passere Rørene, der fører over til Beholderen ovenover D; herfra gaar det endelig

gjennem de øverste Lag Rør over til Afløbet F. Det tvinges altsaa til at gjennemkrydse Appa-

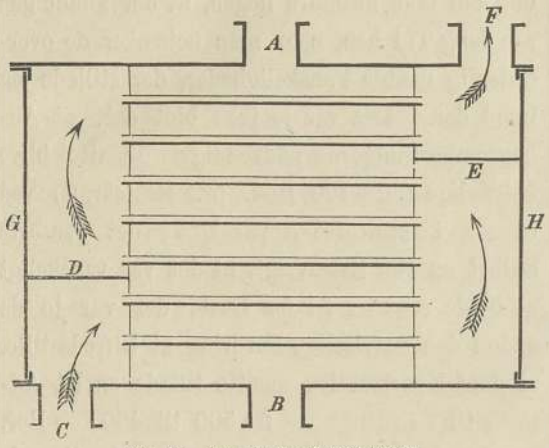


Fig. 98. Sewells Overfladefortætter.

ratet flere Gange og fortætter derved Dampen fuldstændig; man ser endvidere, at Dampen i sin Bevægelse nedad bestandig møder koldere Vandlag, saa at ethvert Hensyn til den fuldeste Benyttelse af Svalevandet er taget. De to store Dækplader G og H, som lukke Kassen paa Siderne, ere til at tage af, og aabne derved en let Adgang til Rørvæggene; Rensningen kan altsaa foregaa yderst bekvemt, og der anføres exempelvis, at Fortætteren i en 200 Hestes Maskine, trods sine 4000 Rør, lod sig rense fuldkomment i 4 Timer, hvilket noksom taler for den hensigtsmæssige Disposition.

Med Hensyn til selve Maskinerne, der komme til Anvendelse i Dampskibene, da ere de i det mindste her i Europa i det langt overvejende Antal af Tilfælde dobbeltvirkende Maskiner med Lavtryk og Fortætning; i Amerika benyttes derimod ikke sjelden Maskiner med Højtryk. I deres Indretning ere de igjen saa overensstemmende med Landmaskinerne, at det er ufornødent at gaa ind paa Detaillerne; det vilde i Hovedsagen kun blive en Gjentagelse af, hvad tidligere er sagt. Et er der dog ganske i Almindelighed at bemærke, og det er det, at den ringe Plads ombord gjør Anvendelsen af Svinghjulet umulig og derfor kræver en særegen Anordning for at faa Bevægelsen reguleret. Man benytter af den Grund to Maskiner, der begge virke paa samme Axel, men hvis Krumtappe ere stillede saaledes for hinanden, at de danne en ret Vinkel indbyrdes, saa at den ene er i et af de døde Punkter, naar den anden virker paa gunstigste Maade.

Eftersom Skibet drives frem ved Hjælp af Hjul eller Skrue er Typen igjen forskjellig, hidrørende fra, at Hjulskibenes Axel ikke fordrer en nær saa hurtig Omdrejning som Skrueskibenes.

Maskiner til Hjulskibe ere enten

1, Balancemaskiner eller

2, Direktevirkende Maskiner.

I Balancemaskinen er den wattske Type beholdt med alle dens Pumper og Forbindelsesstænger; det er den tungeste af alle Maskinerne, men den er paa den anden Side den solideste, den, der sjeldnest behøver Reparation. Der er kun et Punkt, hvori den i Ydre altid afviger fra den forhen omtalte og afbildede wattske Lavtryksmaskine, og det er det, at dens Balance baade af Hensyn til Pladsen og til Fordringen om Tyngdepunktets lavest mulige Beliggenhed i Skibene er bleven lagt ned paa Siden, saaledes som man alt har set, at Fulton strax placerede den i den Maskine, han lod Watt forfærdige til sin Dampbaad Clermont. Den har derved i Virkeligheden faaet to Balancer, en paa hver Side af Cylinderen.

Man ser en saadan Maskine afbildet i Figurerne 99 og 100. A er Dampcylinderen, BB den ene af de to Balancer, — de sees begge i Figur 100, — N er Fortætteren, som modtager det kolde Vand gjennem Røret t; K er Luftpumpen, hvis Stempelstang (se Figur 102) ogsaa her sættes i Bevægelse af Balancen.

Hvorledes Stempelstangens Bevægelse kan holdes retliniet, kan sees af Figur 101, der viser Cylinderen og Parallelogrammet fra en anden Side. Stempelstangen er fæstet til

Krydshovedet ii, hvis Endepunkter igjen ved Sidestængerne ss ere fæstede til Balancen; disse sidste danne sammen med Balancen, Stængerne gg, og de smaa Stænger, der forbinde ss med gg, det bevægelige Parallelogram, hvis ene Vinkelspids styres af de to ligeledes bevægelige Styrestænger hh. Endelig viser Fig. 102 Forbindelsen mellem Balancen og Axlen, idet Krumtappen q ved Hjælp af Stangen P, der er fæstet til Krydshovedet mellem de to Balancer, kan sætte Axlen f i omdrejende Bevægelse. Paa f er paa sædvanlig Maade Excentriken x befæstet; den driver den med Modvægten d, Figur 100, forsynede Glider. Af Hensyn til Styringen er Glideren desuden forbunden med en særegen Vægtstang q, Figur 100, der efter samme Princip som i Anordningen Figur 25, Pag. 55, tillader at omstyre, bakke, Maskinen.

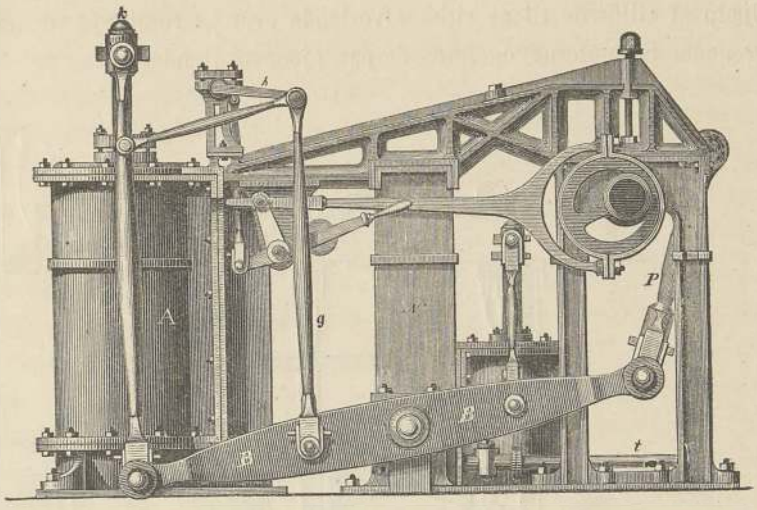


Fig. 99.

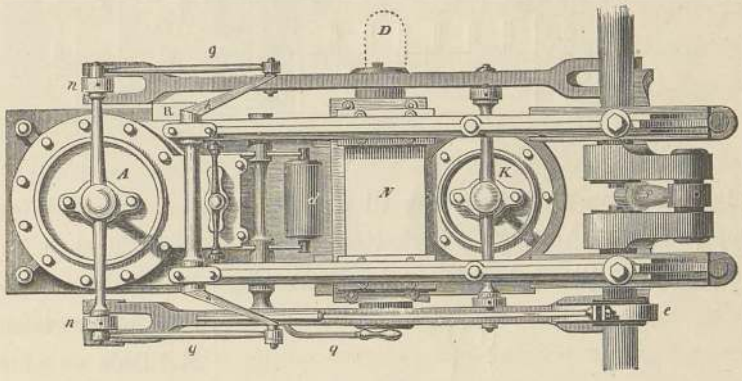


Fig. 100.

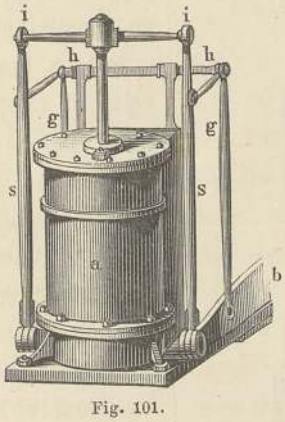


Fig. 101.

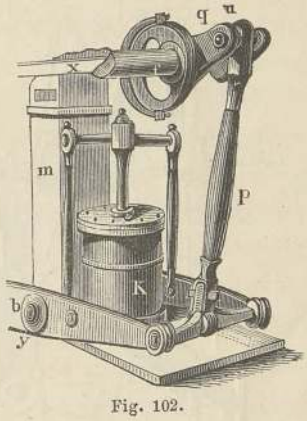


Fig. 102.

Foruden Balancemaskinen anvender man i Hjulskibene ogsaa direktevirkende Maskiner, — Maskiner, som enten ved Hjælp af svingende Cylindre eller Plejlstænger omsætte Stempelstangens Bevægelse til Axlen uden Mellemkomst af Balancer. De have det Fortrin fremfor Balancemaskinerne, at de indtage langt mindre Plads og ere langt lettere; men til Gjengjæld staa de da ogsaa tilbage for dem, hvad Slid og Tab af Kraft angaar.

Figurerne 103 og 104 vise en saadan direktevirkende Maskine med svingende Cylindre. Dampen kommer ind i begge Cylindre gjennem Tappene nærmest Skibssiderne, bringes ved

Hjælp af Gliderne til at virke afvexlende over og under Stemplerne og føres derpaa gjennem et Belte udenom Cylindrene hen til de inderste Tappe, der give Adgang til Fortætteren. Luftpumpen, hvis Stempel drives af en Krumtap

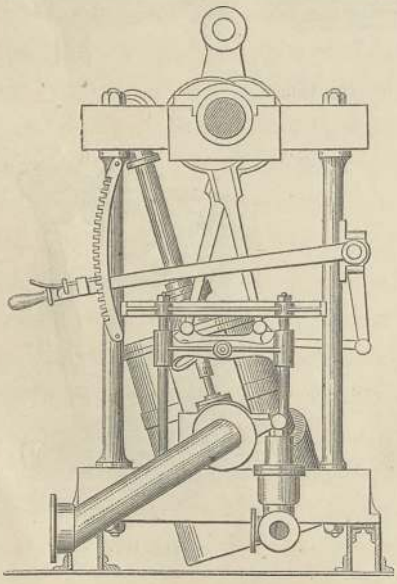


Fig. 104.

paa Mellemaxlen, er stillet skraat mod Kjølen; dens Stempelstang styres i sin Bevægelse af Kulisser. Man ser i Figur 103, at de to Krumtappe danne en ret Vinkel med hinanden.

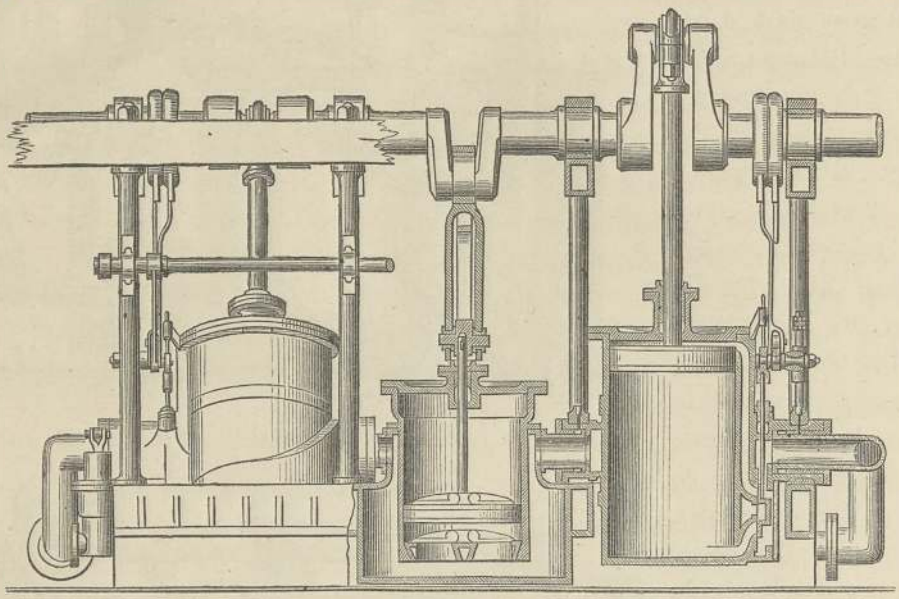


Fig. 103.

I begge Figurerne vil man for hver Glider se et dobbelt Excentriksystem, der desuden i Figur 104 viser sig at være forbundet med en særegen Vægtstangsmekanisme, hvis Øjemed er at tillade en pludselig Omstyring af Maskinen. Sagen er nemlig den, at man ved det ovenomtalte (Fig. 25) Excentriksystem vel opnaar en Omstyring, men dog først efterat man har udløst en Forbindelse og skaffet en anden tilveje; en simpel Haandbevægelse tillader imidlertid her at opnaa det samme Resultat langt hurtigere efter et Princip, som er hentet fra Lokomotivgliderne, og som skyldes Stephenson; vi ville ved Omtalen af Lokomotiverne faa Anledning til at komme nærmere ind paa det, og skulle da der omstændelig gjøre Rede for det.

De Maskiner, der anvendes i Skrueskibene, ere af Hensyn til den hurtige Omdrejning, som vanskelig vilde opnaaes ved en Balancemaskine, altid direktevirkende Maskiner, og ere igjen enten Lavtryksmaskiner eller Høj- og Lavtryksmaskiner, hvis

Cylindre enten ere stillede lodret eller horizontalt. Sjeldnere anvendes svingende Cylindre, fordi de ere saa stærkt udsatte for Slid.

I Maskinerne med lodretstaaende Cylindre ligger Maskinaxlen langskibs over Cylindren og sættes i Bevægelse af en Krumtap. Paa Maskinaxlen er anbragt et stort Tandhjul, der igjen griber ind i Tænderne paa et mindre Drev, der sidder fast paa Skrueaxlen; denne bringes derved til at rotere meget hurtig.

Ligger Cylinderen horizontalt, da kan Skrueaxlen sættes i Bevægelse paa samme Maade som før, men bringes dog ogsaa ofte uden Mellemkomst af Tandhjul til at rotere, idet Krumtappen sidder fast paa selve Skrueaxlen; der benyttes da gjerne to Cylindre, en paa hver Side af Axlen. Da Stemplet hviler med hele sin Vægt paa Undersiden af Cylinderens indvendige Overflade, slides denne meget stærkt, saafremt man ikke anbringer endnu en Stempelstang paa den anden Side af Stemplet; man opnaar derved at ophænge dette frit i Cylinderen. Af Hensyn til den Vanskelighed, der ligger i, at Cylinderen, naar Maskinen anbringes nogenlunde lavt i Skibet, kommer meget nær ind paa Axlen, saa at Plejlstængerne ikke let kunne faa en passende Længde, benytter man i saa Tilfælde ofte en Trunk.

OTTENDE KAPITEL.

BEVÆGELSESAPPARATER: SKOVLHJUL. — MORGAN. SKRUE. — DALLERY. — DELISLE. — RESSEL. — SAUVAGE. ERICSON. — FRANCIS P. SMITH. NÆRMERE OM SKRUEN.

Der har i den foregaaende Fremstilling flere Gange været Lejlighed til at omtale de i Tidernes Løb foreslaaede Fremdrivningsapparater, saa at de allerede ere Læserne bekjendte. Der skal i dette Kapitel atter tages fat paa dem, særlig paa de to, der nu staa som de eneste anvendte: Skovlhjulet og Skruen.

At man overhovedet kunde finde paa et Apparat som Palmipeden, der, som man vil erindre, bestod i et Komplex af Aarer, der aabnede sig, naar de dreves mod Vandet, og igjen lukkede sig sammen som en Svømmefugls Fod, naar de bleve trukne tilbage, — det turde vel have ligget i Haabet om, at det Princip, der maatte antages at være det hensigtsmæssigste i visse Tilfælde, siden det fra Skaberens Haand forelaa anvendt i dem, ogsaa skulde være saadan i andre Anvendelser. Men dette var urigtigt; vel er det naturlige det fornuftige, men derfor ikke hverken det fornuftigste eller det hensigtsmæssigste, — og hvad specielt dette Apparat angik, saa viste Forsøget, hvad Theorien forøvrigt kunde have forudset, at Krafttabet var overordentligt, og pegede hen paa, at der burde forsøges en anden Løsning. Der kom da ogsaa snart en saadan, som stod langt over den forrige, men lige saa lidt som denne formaaede at trænge igjennem; vi mene den Methode, der oprindelig blev foreslaaet af Bernouilli og siden praktisk anvendt af Ramsey, og som bestod i at pumpe Vand ind forskibs og derpaa drive det ud agter. Saaledes som han satte den i Værk, førte den ganske vist ikke til noget særdeles betydeligt Resultat, og har i senere Prøver heller ikke paa nogen Maade kunnet konkurrere hverken med Hjulet eller Skruen, men det turde dog efter de overordenlig gunstige Resultater, man i andre Anvendelser har faaet af Vandets Sidetryk, være et Spørgsmaal, om det ikke lønnede sig Umagen at tage den for igjen og med de meget udvidede Kundskaber, Nutidens Ingeniører besidde i alle derhen hørende Sager, søge den anvendt i ny Form.

Et tredie System var det først af Deblanc og siden af Fulton i nogen Tid prøvede Paternosterværk, det vil sige en meget lang, med Aareblade forsynet Kjæde uden Ende, der løb om to Remskiver og dreves af dem; det viste sig strax, at det ikke kunde give den fornødne Hastighed, og har da ogsaa hverken før eller siden været draget frem igjen.

Til Dato har altsaa ingen af de tre Methoder kunnet holde sig ligeoverfor Hjulet og Skruen, de to Apparater, der nu ere aldeles eneraadende.

Man anvender for Øjeblikket altid to Hjul, et paa hver Side af Skibet og anbragte noget foran Skibets Tyngdepunkt; men man har set, at det ikke altid har været saaledes, thi man vil erindre, at Patrick Miller lagde sine to Hjul langskibs inden i Skibet, og at Symington kun brugte et Hjul, anbragt forude, til at bevæge Charlotte Dundas, og Fulton et midtskibs til Brug for det store Batteri Fulton I. Der opnaaedes ved en saadan Disposition ganske vist, at Skibet lettere passerede Kanaler og snevre Indsejlinger, end naar det havde de to brede Hjulkasser, men man har dog ikke beholdt det, fordi man nu kan opnaa ganske de samme Fordele ved Anvendelse af Skruen.

Med Hensyn til Hjulets Størrelse, da er det sædvanlig otte Gange saa stort i Diameter, som Krumtappen er lang, og hvad Antallet af Skovlerne angaar, da retter det sig efter Hjulets Omkreds; ofte anbringes en Skovle for hver Fod, Hjulet holder i Diameter, i ethvert Tilfælde sørges der altid for, at tre Skovler ad Gangen ere nedsænkede i Vandet. Størrelsen af disses Overflade afhænger igjen af den Hastighed, Skibet er bestemt til at gaa med, saaledes at forstaa, at den er mindst, hvor der forlanges størst Hastighed. Hjulets Omdrejningshastighed maa igjen af den Grund, at Hjulet følger med Skibet, være noget større end den, Skibet skal løbe med, og man har fundet, at den gunstigste Virkning fremkommer, naar Skovlernes Hastighed er en Fjerdedel større end Skibets. Det er denne Forskjel i Hastighed, man kalder Hjulets Smutten eller Slip.

Findes der i Skibet kun en Maskine, da bestaar Hjulaxlen af to Dele, en for hvert Hjul, der hver er forsynet med en Krumtap, som igjen ere indbyrdes forenede ved en Krumtapbolt, paa hvilken Plejlstangen virker, altsaa saaledes som Figur 100 viser det. Har Skibet derimod to Maskiner, da er hele Axlen delt i tre Dele, nemlig i to Hjulaxler, hver med sin Krumtap, og en Mellemaxel, der har Krumtap i hver Ende. De mod hinanden vendende Krumtappe er da igjen forbundne ved en Bolt, saa at der i det hele findes to hele Krumtappe, en for hver Maskine, og stillede under en ret Vinkel indbyrdes. Det er paa denne Mellemaxel, at Luftpumpen i Figur 103 er anbragt, saa at i det hele tre Krumtappe ere i Gang der.

Hvorledes nu selve Hjulet er indrettet og anbragt paa Skibet, kan sees af Figur 105, der gjengiver alle Detailler. A er den gjennem Skibssiden forlængede Hjulaxel, der bærer Navet B, det er en støbt cirkelrund Jernskive, som er fæstet til Axlen ved Hjælp af Kilerne C, C. Fra Navet udgaa Radierne D, D, som yderligere holdes paa deres Plads ved Hjælp af de to koncentriske Jernringe F og F′, der ere nittede til dem. Det er til disse Radier, at Skovlerne a, a ere hagede fast, og deres Stilling er, som man ser, en saadan, at de alle ere parallele med Radierne, alle pege ind mod Centrum. Det Materiale, hvoraf de ere forfærdigede, er som oftest Almetræ, og de udgjøre i Reglen kun et eneste Stykke. Man træffer dog ogsaa Hjul, hvis Skovler ere delte efter Breden i to, ja endog i tre Dele; i første Tilfælde sidder da det yderste Stykke paa Radiens agterste Kant, det inderste paa Forkanten, i sidste ere de anbragte paa trappeformige Jernstykker, der selv ere fæstede med den ene Ende til Radien, med den anden Ende til den yderste Ring.

Man indser nu let, at hver af Skovlerne, naar den drives igjennem Vandet, maa udøve et stærkt Tryk paa dette; men omvendt vil Vandet trykke igjen, og det er dette Modtryk, Skibet skylder sin Bevægelse. Som Skovlerne almindelig anbringes, Figur 105, gaar dog en Del af Kraften tilspilde, idet jo nemlig Skovlen ikke hele Tiden under Bevægelsen igjennem

Vandet kommer til at virke med Bredsiden vinkelret mod Skibets Bevægelsesretning. Trækkes den opad Vandet, skal dettes Modstand overvindes uden Nytte for Bevægelsen, lige saa vel som at Oversiden af Skovlen løfter en ikke ubetydelig Mængde Vand med sig op over Vandspejlet, hvis Vægt i ikke ringe Grad modvirker Bevægelsen; og gaar den ned under Vandlinien, da virker den ogsaa skraat mod Skibets Bevægelsesretning, saa at ogsaa dermed er forbunden et Kraftspild, der bliver større, naar Hastigheden forøges. Det er for at undgaa disse Krafttab, at man har konstrueret Mekanismer, der skulle holde Skovlerne i en saavidt mulig lodret Stilling under hele deres Bevægelse gjennem Vandet, og det kan ikke nægtes, at man paa denne Maade virkelig har naaet Hensigten, men man har da paa den anden Side igjen været nødt til at gjøre Hjulets Indretning saa kompliceret,

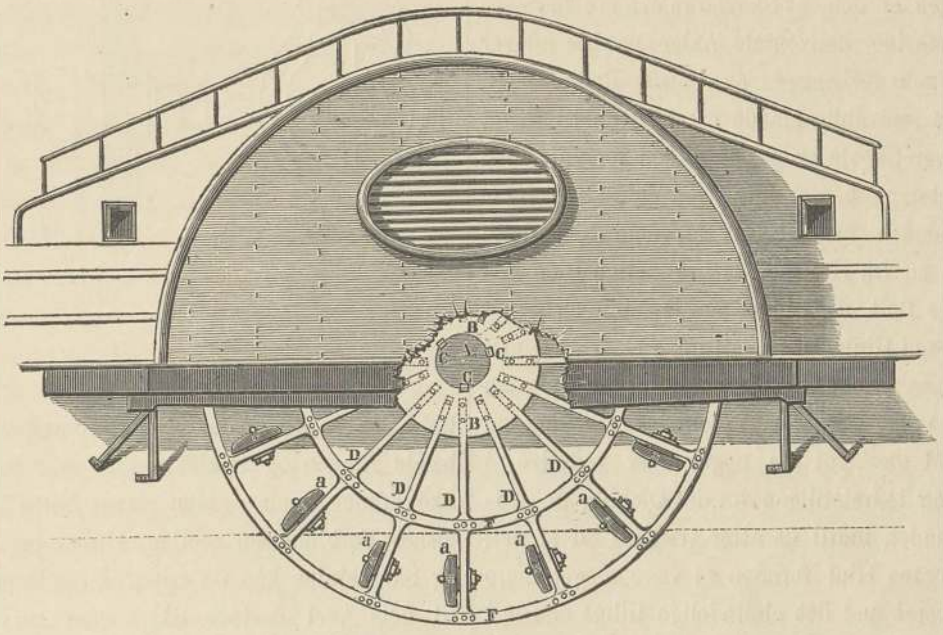


Fig. 105. Almindeligt Skovlhjul.

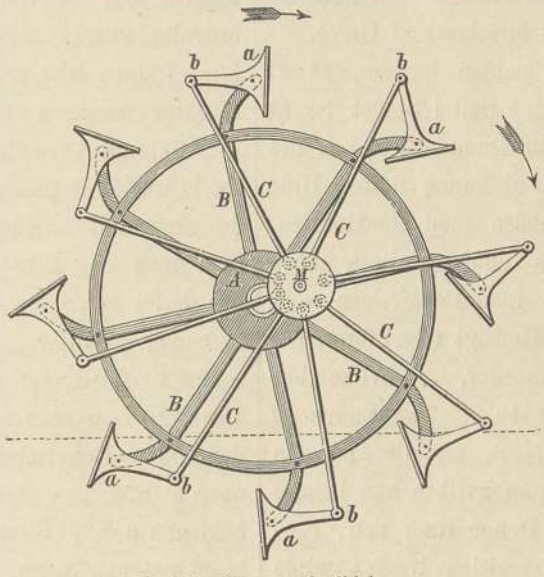


Fig. 106. Morgans Skovlhjul.

at det er bleven stærkt udsat for at komme i Uorden, ikke at tale om, at de mange Gnidningsmodstande, der komme med ind, sluge en saare betydelig Del af den Kraft, man har villet undgaa at miste. Det turde derfor være et stort Spørgsmaal, hvorvidt de virkelig ere at foretrække for de simple Hjul; den almindelige Mening synes at være den, at disse sidste under sædvanlige Omstændigheder have Fortrinet for de mer eller mindre komplicerede nye Indretninger.

Det mest bekjendte af dem er det, der gaar under Navnet Morgans Skovlhjul, endskjøndt den oprindelige Opfinder var Elias

Galloway, som imidlertid solgte sit Patent til Morgan, der bragte det frem først i Trediverne. Det er afbildet i Figur 106, og Indretningen er den, at Skovlerne a, a ere bevægelige omkring horizontale Axler paa de udover Hjulringen forlængede og bøjede Radier B, B, der paa sædvanlig Maade ere fæstede til Navet A. Hver Skovle er paa Bagsiden forsynet med en Vægtstang b, der igjen ved en Styrestang C er forbunden med et Nav M, som kan dreje sig om en fra Hjulkassens indvendige Side udstaaende Bolt, der sidder noget foran og noget højere end Hjulaxlens Centrum. Gaar da Hjulet rundt, saa tvinges Skovlerne til at dreje sig om deres Axler, og den excentriske Stilling af Navet M gjør, at de noget nær vedblive at holde sig lodretstillede fra det Øjeblik, de sænkes i Vandet, indtil de atter trækkes ud af det. At Morgans Hjul foruden at være meget mere kompliceret end det almindelige tillige er langt tungere og langt kostbarere, er kun en Grund mere til at holde sig til dette. — En lignende Konstruktion har været foreslaaet af Cavé.

Da det ikke saa sjelden hænder, at et Dampskib vil benytte sine Sejl i Stedet for at lade sig drive frem af Dampkraften, er det ønskeligt i saa Tilfælde at kunne udløse Hjulene fra deres Forbindelse med Maskinaxlen, forat de frit kunne løbe rundt og altsaa udøve saa ringe en Modstand mod Bevægelsen som muligt. Der har i den Hensigt været foreslaaet forskjellige Fremgangsmaader, af hvilke her skal nævnes Braithwaite's. Paa Enden af Hjulaxlen b, Figur 107—8, fastkiler han en Støbejernsskive a, udenom hvilken han lægger en Smedejernsring c. Denne Ring kan, saalænge ingen særlig Disposition træffes, glide paa Omkredsen af a; men indlægger man mellem a og Ringen Metalklodsen e og slaar den i Figur 107 over Bogstavet e afbildede Kile ind, saa presses e saa fast mod Skiven a, at den ene ikke kan rotere uden at tage den anden med sig. Ved d er i et Fremspring paa Ringen udboret et Hul, hvori Krumtappen fra Mellemaxlen stikkes ind (Figur 108), og naar

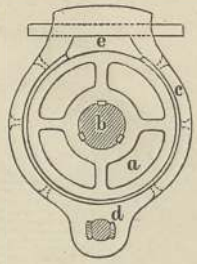


Fig. 107.

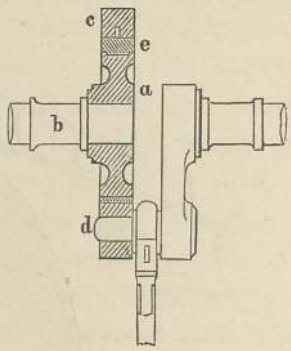


Fig. 108.

da Kilen er drevet fast, vil Krumtappen tage baade Ringen og Hjulet a med sig og drive Skovlhjulet rundt. Men slaaes Kilen ud, saa løsnes Forbindelsen mellem Hjulet og Ringen, og Skovlhjulet kan da frit gaa rundt med den til dets Axel fæstede Skive, der nu roterer inden i Ringen. Man indser, at Apparatet er baseret paa, at Klodsen e skal presses overordenlig stærkt mod Omkredsen af Hjulet a, forat Ringen ikke skal glide paa dette, naar Maskinen sættes i Gang.

Skjøndt Anvendelsen af Skovlhjulet naturligvis medfører ganske anderledes Fordele, end de føromtalte ældre Fremdrivningsapparater, maa man dog ikke paa nogen Maade tro, at det derfor er fri for Ulemper; tvertimod, der er endog adskillige, og det Ulemper, der ere saameget føleligere, som de netop allerlettest vise sig, naar man allermest kunde trænge til den fulde Benyttelse af Dampkraften, nemlig naar man er paa rum Sø. Det er jo da f. Ex. bekjendt nok, at Stormen kan kaste Skibet saa langt om paa Siden, at det ene Hjul kommer helt oven Vande og altsaa løber blindt. Sker det med kortere Mellemrum, saa lider Maskinen paa Grund af den afvexlende mer eller mindre store Modstand en Række Stød, som ere absolut skadelige for den, og løber det blindt i længere Tid, saa bliver man af den Grund

nødt til at formindske Damptilstrømningen, at hele Modstanden nu kun virker paa den ene Hjulaxel; men det er jo netop under saadanne Omstændigheder, man har den fulde Kraft haardest nødig. Desuden frembyde de store Hjulkasser en stor Modstand mod Vinden og forsinke altsaa Skibets Bevægelse, ikke at tale om, at de paa Krigsskibene ere stærkt udsatte for Kuglerne. Men selv uden Storm og rent bortset fra militære Hensyn frembyde Hjulene paa længere Rejser den Vanskelighed, at de, man kan vel sige aldrig, ere nedsænkede netop til det rette Punkt. Antaget, at et Skib blot synker en Tomme for hver 25,000 Pd., dets Last forøges, og antaget, at Kulforbruget paa en Rejse beløber sig til 1,000,000 Pd., saa vil det, naar Rejsen er endt, ligge 40 Tommer ɔ: $3\frac{1}{2}$ Fod højere end ved Rejsens Begyndelse, en Variation, der, som man let kan indse, maa have overmaade meget at sige ligeoverfor Spørgsmaalet om Hjulenes rette Dybtgaaende. Nu er det ganske vist saa, at man kan løsne Hagerne, der holde Skovlerne fast, og trække disse nærmere ind mod Hjulaxlen, hvilket kaldes at rebe Skovlerne, men det er jo da øjensynligt, at Forflyttelsen baade volder en ikke ringe Ulejlighed og kun kan ske inden snevre Grændser.

Det er alt dette, der lige fra Skovlhjulenes første mere udstrakte Anvendelse har fremkaldt Trangen til et andet Bevægeapparat, og det er det, der har været Grunden til de mange Forsøg, der foreligge i den Hensigt at skaffe et saadant. Intet af dem vilde i lang Tid lykkes, og det stod lige til sidst i Trediverne som et ubesvaret Spørgsmaal, hvorledes man skulde erstatte Skovlhjulet paa hensigtsmæssig Maade; da fremkom i England en Række Forsøg, der strax førte til særdeles betydelige Resultater, og derfor modtoges med stor Sensation af alle Ingeniører og fremkaldte en ny Række Undersøgelser, hvis Følge blev, at Skruen vandt almindelig Indgang i Dampskibsdriften.

Vi skulle da nu i det følgende nærmere omtale den og de vigtigste Forsøg med den.

Den almindelige Skrue, der skrues ind i Træ, Jern eller ethvert andet fast Legeme, og som, for at kunne trænge derind, forudsætter, at der i dette faste Legeme er udboret en Hulskrue, Møttrik, — om den er det bekjendt nok, at den, saafremt Møttriken sidder fast, vil tage ethvert til den selv fæstet Legeme med sig, og at den for hver Omdrejning vil gaa netop saa langt ind, som Afstanden mellem to paa hinanden følgende Skruegange, Skruegangens Højde eller Stigning, beløber sig til. Var saaledes Stigningen 1 Tomme, og gjorde Skruen 96 Omdrejninger i Minuttet, saa rykkede den 96 Tommer ɔ: 4 Alen frem i Minuttet, saafremt som sagt Møttriken var fast; drejedes den til den modsatte Side, gik den lige saa langt tilbage igjen.

Paa en lignende Maade gaar det med Dampskibsskruen; den eneste Forskjel er den, at Møttriken ikke er fast, men bevægelig. Vandet træder nemlig her i Møttrikens Sted, og det vil, naar Skruen drejes rundt, søge at undvige og altsaa give efter for det Tryk, Skruebladene udøve paa det. Men da denne Undvigen er betinget af, at det kan skaffe sig Plads til Siderne, og da dette igjen ikke kan ske, uden at det omgivende Vand forskydes, saa indser man, at der derfra hidrører en Modstand, som virker tilbage paa Skruen, og som bliver større, jo større Skruebladets Overflade er, og jo hurtigere Omdrejningen sker. Vandet spiller altsaa samme Rolle som en tildels fast Møttrik, og selve Skruen, og med den Skibet, vil gaa fremad, saafremt Vandets Modstand mod Skruebladene bliver større end Modstanden mod Skibsskrogets Bevægelse igjennem Vandet.

Men heraf følger igjen, at da Møttriken kun tildels er fast ɔ: da den altsaa giver sig noget, saa avancerer Skruen ikke saa langt frem for hver Omdrejning, som den vilde gjøre, hvis Vandet var en fast Masse, eller med andre Ord,

den Vej, Skibet tilbagelægger, er mindre, end den, det ifølge Skruens Omdrejningshastighed og Stigning vilde tilbagelægge, naar det ikke netop bevægede sig i en Masse, som gav efter. Det er denne Vejforskjel, man kalder Skruens Smutten eller Slip, som gjerne angives i Procent af den virkelige Hastighed. Var saaledes f. Ex. Skruens Stigning 16 Fod, og gjorde den 100 Omdrejninger i Minuttet, saa skulde Skibet, saafremt der ingen Slip var, gaa 16 . 100 . 60 = 96,000 Fod frem i Timen; men gaar det kun 85,000 Fod frem, saa beløber Slipen sig til 11,000 Fod ɔ: $11\frac{11}{24}$ pCt.

Med Hensyn til Skruens Form og Bevægelse er det da af alt det foregaaende klart, at den, for at meddele Skibet en stor Hastighed, maa have en stor Diameter, en stor Stigning og en stor Omdrejningshastighed; altsammen Omstændigheder, der igjen formindske Størrelsen af Slipen, hvorved der dog er at bemærke, at denne sidste ogsaa meget afhænger af Skibets Form, saasom den Maade, hvorpaa Vandet under Skibets Bevægelse strømmer til Skruen, er betinget deraf og naturligvis igjen udøver Indflydelse paa Slipen.

At Skruen lige fra Oldtiden har været anvendt til forskjelligt Brug, derom er der ingen Tvivl; dens specielle Anvendelse til som Vandsnegl at løfte Vand op, er jo, som almindelig bekjendt, knyttet til Arkimedes's Navn, og den sædvanlige Vandskrue kaldes jo endnu den Dag idag Arkimedes's Vandskrue. Den Tanke at anvende den som Bevægeapparat for Skibe er derimod af forholdsvis ny Datum, det vil sige fra Midten af forrige Aarhundrede, da den for første Gang fremsattes af Daniel Bernouilli og kort efter optoges igjen af Paucton, der vilde anbringe tre Skruer paa hvert Skib, en agter og en paa hver Side. Synderlig Interesse vakte Sagen dog ikke, Spørgsmaalet laa endnu ikke for og kunde i Virkeligheden heller ikke paa det Tidspunkt have nogen videre Betydning; men saasnart Dampkraftens Anvendelighed tilsos var godtgjort, og saasnart der altsaa forelaa tilstrækkelig mekanisk Kraft til at drive Skruen, da maatte det nødvendigvis komme frem igjen, og da først fik det en mere end rent theoretisk Interesse.

Skjøndt det da altsaa først er paa Tiden efter Dampskibsfartens Oprettelse at man skal henvende sin Opmærksomhed med Haab om at træffe noget, der har haft Indflydelse paa den følgende Udvikling, saa er der dog et Projekt fra Tiden samtidig med Fultons Arbejder, vi ikke kunne lade uomtalt, det nemlig, der skyldes Dallery. Vel indrømme vi strax, at det i hans Haand aldeles ikke førte til noget, og vi burde derfor maaske kun ofre ham de faa Ord, der vare nødvendige for at sige det strængt fornødne om ham; men dog agte vi at omtale ham en Del udførligt, haabende at Læseren i Betragtning af de usædvanlige Forhold, hvorunder han levede, vil have Taalmodighed til at se hans Tids Uro og Higen afspejle sig i hans bevægede Liv.

Der er vist kun faa Mennesker, der trods stor Begavelse og Dygtighed har haft en mere ublid Skjæbne end Charles Dallery, der lige fra sin tidligste Barndom udmærkede sig ved sine store Evner, og lige saa tidlig maatte vænne sig til Modgang og Miskjendelse. Han var født i Amiens 1754 og var Søn af en Orgelbygger, der gav Drengen Lyst og Interesse for sin Gjerning og havde den Glæde at se ham voxe op med Sands derfor og Evne til selvstændig Produktion. Tidlig har den været vakt, næsten ængstelig tidlig, forsaavidt som der er noget unaturligt i, at et Barn paa tolv Aar er saa udviklet, at det kan være tilbunds inde i en saa vanskelig Ting som Orgelbyggeriet og faa Aar efter endog kan paatage sig at ændre en Harpe saaledes, at den ved en ny Mekanisme kan bringes til at give alle Halvtonerne. Og dog gjorde Dallery det; han forbedrede Harpen, rejste til Paris med sin Opfindelse, viste den frem for en af de mest bekjendte

Fabrikanter, som strax tilbød ham Plads hos sig og efter hans Anvisning fabrikerede et stort Antal saaledes forbedrede Instrumenter, der meget snart sloge an hos Publikum og kom saa meget i Mode, at de saa godt som fortrængte det gamle Klaver. Men det var kun Fabrikanten selv, der høstede Fordel af dem; det Patent, der blev udtaget, kom til at lyde paa hans Navn, og da han først havde faaet det, kunde Dallery rejse hjem igjen. Der tog han da atter fat paa Orgelbyggeriet, opfandt det Blæsebælgsystem, vi endnu bruge, rettede kort sagt i længere Tid sin Opmærksomhed udelukkende paa sin Profession.

Men en livlig Aand kan ikke i Længden holde ud ved et og det samme Arbejde; den søger sin Virkekreds ogsaa paa andre Omraader, og kommer dertil, at den føler sig istand til at producere, saa griber den Tidens Ideer med en mærkværdig Iver og klynger sig ialfald saa længe haardnakket til dem, indtil den enten maa erkjende, at en anden har kunnet udrette mere, eller et nyt Spørgsmaal dukker op, som den føler sig mere oplagt til at tage fat paa. Deraf rejser sig en vis aandelig Ustadighed, der, naar den bliver vedvarende, ganske vist berøver andre en Del af Sympathien for Vedkommende, selv om man ikke kan opgive Agtelsen for de overlegne Evner. Men man bør paa den anden Side heller ikke glemme den store Fristelse, og man maa særlig for den Tid, vi her tale om, ikke forglemme, at den — hvis vi tør udtrykke os saaledes — var saa myldrende fuld af Ideer, at der var rig Anledning til at blive ustadig og stor Fristelse til at søge at gjøre noget ud af de mange opdukkende Problemer.

Vi se da Dallery pludselig kaste sig ind i det Ballonraseri, der med Montgolfiers og Charles Opfindelse af Luftballonerne greb hele det franske Folk, og vi finde, at han var den første, der viste Indbyggerne af Amiens det storartede Skue af en opstigende Ballon, ligesom andre i de øvrige Byer foranstaltede Forestillinger af samme Art for de talrige Tilskuere, der altid indfandt sig og endnu stedse indfinde sig ved saadanne Lejligheder.

Men Luftsejladsen baade er og var et overmaade vanskeligt og lidet lønnende Problem, og det har den Specialitet ved sig, at den, der vil indføre Forbedringer, er nødt til selv at prøve dem oppe i Ballonen, medens en Opfinder ellers kan nøjes med at give Tegninger og saa lade en anden udføre dem. Det er da altsaa et Problem, der i snevreste Forstand er halsbrækkende, — og saa har det dog, naar alt kommer til alt, kun en saare tvivlsom Betydning. Kommer der derfor samtidig et andet frem, som lover baade mere Nytte, større Udbytte og lettere Tilgjængelighed, saa er det ikke at undres over, at man forlader hint og tager dette, og derfor var det baade rimeligt og rigtigt af Dallery at lade Luftballonerne ligge og kaste sig over Dampkraften.

Man vil erindre, at den første Dampmaskine kom til Paris 1775; tretten Aar senere, da den hele Sag altsaa var vel bekjendt, tog Dallery fat paa den, og det i den bestemte Hensigt at bringe en Dampkjørsel i Gang. Men han indsaa snart, at det maatte han lade ligge; Tiden var endnu ikke kommen til Løsningen af det Problem, det kunde han ikke gjøre noget ud af. Han vendte da tilbage til sin Profession igjen, og han var heldig nok til at faa en Bestilling paa et Orgel til Kathedralkirken i sin Fødeby, en Bestilling til Værdi af 400,000 fr. Men nu indtraadte Revolutionen, og som den vendte op og ned paa alt, saaledes begyndte den i bogstavelig Forstand ogsaa en Revolution i Professionerne; den baade selv fremkaldte og medførte senere nye, som den havde Trang til — vi minde f. Ex. netop om Luftskipperiet, som den gjorde til statslønnet Gjerning — og den ødelagde andre, som den aldeles ingen Brug havde for; dertil hørte da f. Ex. Orgelbyggeriet. Der var altsaa, som man vil indse, intet

andet for Dallery at gjøre end at tage fat paa noget nyt.

Han gav sig til at være Vindmøller; men vel at mærke, hans Møllevinger stod ikke paa Højkant, som andre Menneskers, men de laa horizontalt, og det forunderlige deri slog i den Grad ned i de gode Amiensere, at de kaldte hans Mølle for Galehusmøllen, hvilket igjen oprørte Opfinderen, som var meget stolt af sin Konstruktion, saa meget, at han besluttede for bestandig at forlade Byen; han brød altsaa op og drog til Nevers, hvor han nu satte sin Dampmaskine op i et Filehuggeri, der ejedes af en af hans Venner. Her gik det imidlertid heller ikke ret længe for ham, han saa sig nødt til atter at slaa ind paa noget nyt, og det ofte gjentagne Spørgsmaal: Hvad nu? skulde altsaa igjen besvares.

Han bestemte sig til at tage til Paris og forelægge Regjeringen en Plan til en Dampmølle, som han selv skulde passe og hans Maskine holde i Gang; Tanken var sund, det er der ingen Tvivl om, og den vandt ogsaa Tilslutning hos Regjeringen, thi der blev virkelig anvist ham Lokaler, hvor han kunde sætte Sagen i Værk, og der blev desuden lovet ham en ret anselig Sum Penge som Vederlag. Men Ulykken var, at det blev ved Løftet; han saa aldrig en Skilling af Pengene, og deraf fulgte igjen, at han var lige nær. Det var dog saa langt fra, at dette knækkede hans Mod, at han tvertimod strax tog fat igjen paa noget nyt, og det er ganske morsomt at se, hvorledes han gik fra den ene Yderlighed til den anden, — han havde haft i Sinde at arbejde med store Maskinerier og levere Arbejder af stort Rumfang, han slog nu over i det mikroskopiske. Sagen var den, at han slog sig paa Uhrmageriet, paa at fabrikere Uhre af Størrelse som en Otteskilling, de smaa bitte Uhre, som man bar i en Ring paa Fingeren. Betydelige Vanskeligheder stillede sig i Vejen derfor, thi da Uhrmagerkunsten aldrig før havde frembragt noget lignende, existerede der intet Værktøj dertil, saa at han selv først maatte skaffe sig ogsaa alt saadant. Og saa blev dog Lønnen derfor ikke større end for alt, hvad han før havde leveret; thi hans Fabrikat var meget dyrt, og Penge vare i Halvfemserne aldeles ikke tilstede i Overflod, saa kun faa havde Raad til at kjøbe dem. Skulde han altsaa nogensinde komme fremad, saa var heller ikke det den rette Vej.

Der er i Guldsmedhaandværket visse Operationer, som gaa forud for den endelige Forfærdigelse af Smykkerne, nemlig Guldpladernes Presning og Prægning i de Former, de skulle have for at kunne anvendes til Ørenringe, Broscher o. s. v., og det er en vanskelig Sag at danne dem til med Haanden. Det var paa Forbedringen af de hidtil bekjendte Methoder dertil, at Dallery nu rettede sine Bestræbelser, og det lykkedes ham virkelig at bringe noget nyt og brugbart frem, som vandt Bifald og skaffede ham en ret anselig aarlig Indtægt. Men man maa ikke tro, at han dermed slog sig tiltaals eller havde i Sinde fra nu af udelukkende at exploitere den Sag. Han havde faaet nye Ideer, nye Projekter, der greb ham med desto større Magt, som han i den Indtægt, han nu havde, tillige havde Midler til selv at sætte dem i Scene. For at nævne det strax — han vilde anvende Skruen til at drive Skibe frem, og hvad mere var, han vilde benytte Dampkraften til Drivkraft for Skruen, hvad endnu aldrig var faldet nogen ind.

Det Patent, han i den Anledning lod udtage, skriver sig fra den 29de Marts 1803, det vil sige netop fra samme Tid, som da Fulton var ifærd med at konstruere sin Hjuldamper paa Sejnen. Forsøgene ere altsaa nøjagtig samtidige, men det ene aldeles uafhængigt af det andet.

Methoden skulde bestaa i, at en Skrue med to Omgange skulde anbringes agter og ved at drejes hurtig rundt drive Skibet frem; en anden Skrue, der anbragtes forude, skulde være be-

vægelig til Siderne ligesom et Ror og tjene til at styre Skibet; en Dampmaskine med to Cylindre skulde afgive Bevægekraften. Figur 109 gjengiver efter en Tegning, der skyldes hans Svigersøn, den hele Indretning. A er Dampkjedlen, der forsyner Cylinderen B med den fornødne Damp; C er Stempelstangen, der skal overføre sin Bevægelse paa den øverst oppe

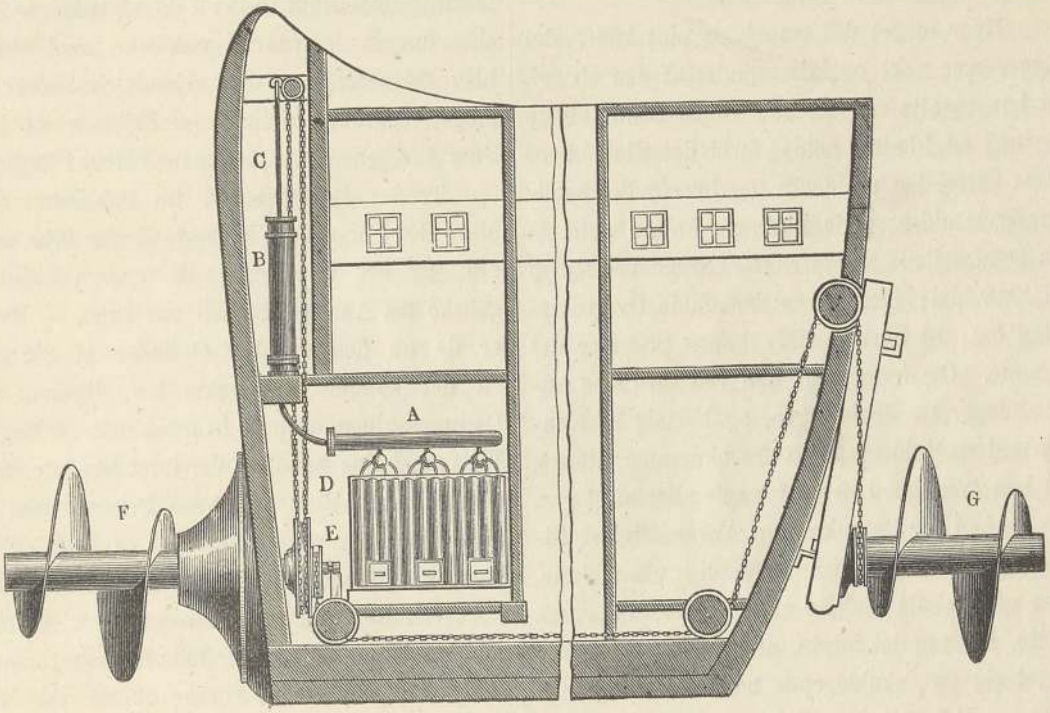


Fig. 109. Dallerys Dampskibsskrue.

antydede Axel, som da igjen ved Hjælp af Kjædeløbet D sætter Hjulet E i omdrejende Bevægelse; dette tager igjen Skruen F, en Træaxel med et Skrueblad af Kobber, med sig. Den anden Skrue G, der, som ovenfor omtalt, er bevægelig fra højre til venstre, sættes ligeledes i Bevægelse ved et Kjædeløb.

Saadan var Apparatet i sine Hovedtræk, og det sees let uden Paavisning, at der klæbede grumme mange Mangler ved det; det har ogsaa Samtiden følt, thi i den efter Ordre fra Indenrigsministeriet i 1818 offenliggjorte Fortegnelse over Patenter findes Dallerys vel nævnt, men uden nogensomhelst Oplysning om, hvad det egenlig gik ud paa. Der er foran i Fortegnelsen anført: „Vi have i denne Liste kun angivet Ordlyden af de Patenter, hvis Gjenstand er en erfaringsmæssig Umulighed eller noget, som enhver enten kjender, eller som ingen bryder sig om at gjøre sig bekjendt med," — hvoraf man ser, hvilken Mening man har haft om Dallerys Projekt. Hertil maa dog rigtignok bemærkes, at man ikke maa glemme, at det allerede er fremkommen i 1803, ɔ: paa et Tidspunkt, hvori Forsøgene over Dampsejlads jo endnu neppe vare ret begyndte, og det ialfald tør man da ikke se bort fra, at han har faaet Tanken om at kombinere Dampkraften og Skruen.

At han naturligvis selv saa noget stort deri, det kan ikke undre nogen, og det er da ogsaa saa vist, at han ikke tog i Betænkning at sætte hele den Kapital, omtrent 30,000 fr., som han havde samlet sig ved den ovenomtalte Industri, paa Projektets Udførelse. Han lod sig bygge en Baad i Bercy, og den blev saa forsvarlig indrettet, at den allerstørste Del af

Pengene gik med til at betale Skibsbyggerregningen; til Bekostning af Maskiner med Tilbehør kom han derfor tilkort. I sin Nød henvendte han sig da til Ministeriet, foreviste det alle Tegningerne og gjorde det bekjendt med det Standpunkt, Arbejdet stod paa; men forgjæves, man havde alt for meget andet for til at tage videre Notits af ham, saa der var intet andet at gjøre end holde inde.

Hvor meget det maa have pint ham, det ligger nær nok, og ikke mindst af den Grund, at han maatte se paa, at Fultons Baad løb op og ned ad Floden netop forbi det Sted, hvor hans Fartøj laa ufuldendt, og hvorfra det sandsynligvis aldrig vilde komme. Fulton viste, at en Dampsejlads kunde sættes i Scene ved Hjælp af Skovlhjul; han havde den fulde Overbevisning om, at Skruen vilde kunne præstere det samme. Og derfor blev han ved med sine Anmodninger til Regjeringen, og lod sig af Konkurrentens Held saa langt fra skræmme tilbage, at han tværtimod netop trængte aller mest paa, da Beviset for Dampkraftens Anvendelighed tilsøs var leveret; men bestandig uden Nytte. Saa gik det da endelig op for ham, at ogsaa dette, ligesom det meste, af hvad han før havde taget sig for, skulde ende uden Resultat; men lige saa lidt som hans tidligere Uheld slog det ham til Jorden. Han havde altid før, naar han nødtvungen maatte opgive noget, haft noget andet at tage fat i; nu havde han sin Guldprægningsindustri at vende tilbage til, og til den tyede han da og holdt siden fast ved den. Hvad Baaden angaar, da drog han en Morgen ud til den med en Del Arbejdsfolk og gav dem Ordre til at slaa den i Stykker. Han døde i 1835 i Jouy, 81 Aar gammel. —

Da Fulton først havde vist, at Dampkraften lod sig benytte tilsøs, kom, som alt omtalt, Spørgsmaalet om Skruen strax frem igjen, og meget stort er Antallet af de Forsøg, der bleve anstillede med den; snart vilde man benytte en enkelt Skrue, snart flere, snart traf man en Disposition, snart en anden, men et stadigt Uheld fulgte Forsøgene, og deraf kom igjen den Mistro, Konstruktørerne efterhaanden fik til det hele Princip. Det hjalp ikke, at Delisle, fransk Ingeniørkaptajn, ad Regningens Vej beviste, at det var saa langt fra, at Skruen stod tilbage for Hjulene, at den tværtimod maatte foretrækkes for dem; hans til det franske Marineministerium sidst i Tyverne indgivne Forslag om at forsyne Krigsskibene med Skruer blev forkastet, og det skjøndt Systemet var meget nær det samme, som Ericsson en halv Snes Aar senere benyttede med Held i England.

Trods al Lunkenhed fra Publikums Side bleve dog Forsøgenes Mængde derfor ikke mindre, og det viste sig jo da ogsaa i Løbet af ganske faa Aar, at Tanken var sund. — Hvem er da nu den egenlige Opfinder af Skruen? Ja det kommer vel ogsaa her, ligesom ved Dampmaskinen, an paa, hvordan man ser Sagen. Vil man holde paa den, der først har foreslaaet den, saa maa Bernouilli bære Prisen; men vil man ogsaa her være enig med os i, at Æren kun kan tilkomme den, der først har bragt den i Anvendelse, saa maa man ganske vist holde paa den berømte Svensker John Ericsson, uanset at de mest omfattende Forsøg ganske vist ikke gjordes af ham, men af Englænderen Smith, der arbejdede samtidig med ham. At naturligvis ogsaa her Kravet paa Æren for Opfindelsen er gjort af flere, det følger af sig selv; vi skulle strax se med hvor liden Ret.

Den 18de Januar 1863 afslørede man i Wien et Monument for Joseph Ressel, i hvem Østerrigerne ville se Opfinderen. Ressel var født i Bøhmen 1793 og var alt i 1812 kommen ind paa Spørgsmaalet om Skruens Anvendelighed som Bevægeapparat, dog rigtignok til at begynde med ikke til Brug paa Skibe men paa Luftballoner. Den Tanke at overføre Princippet paa Skibe laa imidlertid nær, og han har da ogsaa meget snart omgaaedes med den, ihvorvel der forløb hele 14 Aar, inden han saa sig

istand til at tage fat paa Udførelsen. Først i 1826 lod han nemlig en lille Skruebaad bygge i Triest; Midlerne dertil havde han faaet af et Par større Forretningsfolk. Men skjøndt man indrømmede ham Patentret paa Anvendelsen, blandede dog, uvist af hvad Grund, Politiet sig i Sagen og standsede Projektet. Saa hengik der en lang Tid, i hvilken han blandt andet konstruede en til Vicekongen af Ægypten, Mehemed Ali, bestemt Skruebaad, der skulde gaa ved Haandkraft, og da den var færdig, fik han endelig Tilladelse til atter at tage fat paa sit oprindelige Forehavende, til hvis Udførelse en Handelsmand ved Navn Fontana nu tilbød sig at levere de fornødne Penge.

Medens da nu den nye Baad blev bygget paa et af Værfterne i Triest, rejste Ressel selv til Paris, i den Hensigt der at virke for sine Planer; men en vis Messonier, til hvem han havde betroet sig, stjal dem fra ham og tog Patent paa dem i sit eget Navn, og den uheldige Østerriger maatte begive sig hjem igjen, saa blottet for Penge, at han neppe kunde betale Rejsen tilbage til Triest, hvor Fontana ikke just modtog ham synderlig venligt.

Dog, Baaden blev færdig i 1829; den fik Navnet Civetta, og den skulde gjøre sin første Prøvefart med ikke mindre end 40 Passagerer. Den kom ogsaa ganske vist i Gang, men Glæden varede kun nogle faa Minutter, thi et af Rørene i Maskinen sprang, og dermed standsede hele Sejladsen. Politiet skred atter ind og forbød yderligere Forsøg, og Baaden blev da solgt, og man hørte aldrig siden noget om den og dens Ophavsmand. Ressel døde 1848.

Der er da altsaa ikke nogen synderlig Anledning til at holde paa ham som Skruens Opfinder, og der er sandelig heller ikke større Grund til at stille Frédéric Sauvage op som første Mand, endskjøndt Frankmændene gjerne ville have det saaledes; thi den meget uheldige Omstændighed, at Problemet allerede var fuldstændig løst, da han endnu ikke havde fundet Lejlighed til at anstille afgjørende Forsøg, maa dog for hans Vedkommende absolut gjøre Sagen klar, hvor gode saa end hans Ideer have været. Det forholder sig nemlig saaledes, at Sauvage, en Maskinkonstruktør fra Boulogne, havde optaget Delisles Tanker og forsaavidt udført dem yderligere, som han slog fast, at Skruen for at virke paa heldigste Maade, kun skal have en eneste Skruegang, medens Delisle havde villet give den tre Vindinger. Han havde regnet og prøvet i det smaa, han havde endogsaa faaet Patent, men det var som sagt aldrig lykkedes ham at faa afgjørende Forsøg anstillede. I 1842 indsendte han en Memoire om det foreliggende Spørgsmaal til Akademiet og bad om, at man vilde sætte ham istand til at vise en af Akademiet nedsat Kommission Prøver paa hans Konstruktions Hensigtsmæssighed; men man fandt sig ikke beføjet til at gaa ind paa hans Forlangende, trods al den Anbefaling, Baron Séguier, der meddelte Akademiet Afhandlingens Indhold, ledsagede det med. Ruineret, som Følge af alle de Udgifter, han til ingen Nytte havde haft, levede han da for Fremtiden et kummerligt Liv, og han skal have maattet døje den bittre Skjæbne at se engelske Ingeniører i Boulognes Havn gjøre omfattende Forsøg med Skruen, medens han selv sad bag Gjældsfængslets tilgittrede Vinduer. Ussel og forarmet var han den aller yderste Nød nær, da Ludvig Philip i 1846 tilstod ham en Pension; det bragte ham vel nogenledes paa Fode i økonomisk Henseende, men Græmmelse og Sygdom slog nu hans Helbred ned, saa at han i 1854 efter Kejserens Befaling maatte lægges ind paa en Sindssygeanstalt, hvor han døde 1857.

Det er da altsaa hverken til Frankrig eller Østerrig, man skal vende sig for at se Problemet løst; man maa atter over paa den anden Side af Kanalen, over til England, der ogsaa blev Vidne til dette Fremskridt i Dampdriften.

Men medens man ellers har set de engelske Opfindelser fremkomme fra Engelskmænds Hænder, er det denne Gang en Udlænding, der bringer Sagen frem, en Mand, som var kommen derover af helt andre Grunde og med helt andre Projekter. Det var John Ericsson, den navnkundige Svensker, en af Nutidens største Mekanikere. Ericsson blev født i Wermland den 31te Juli 1803; hans Fader var Opsynsmand ved de i Anledning af Gøthakanalens Anlæggelse foretagne Sprængninger. I en meget ung Alder blev han sammen med sin for ikke længe siden afdøde, et Aar ældre Broder Niels, der skaffede sig et stort Navn som Ingeniør, optaget som Elev i Ingeniørkorpset, og han udmærkede sig alt tidlig ved sine ualmindelige Anlæg for de mekaniske Videnskaber, som han da ogsaa trolig dyrkede ved Siden af Tjenesten i Armeen. Der var navnlig et Spørgsmaal, som særlig beskjæftigede ham, det nemlig at anvende opvarmet Luft som Bevægekraft i Stedet for Damp; det var det, der var hans første store Problem, det, som da ogsaa siden drev ham til at søge til England, hvor han haabede at finde bedre Lejlighed til at føre det frem end i Hjemmet. Han kom til London 1826, men fandt ikke hvad han søgte; tværtimod, i Stedet for at komme fremad, satte han til, hvad han havde. Derfor tabte han dog ikke Haabet; han saa kun, at han maatte vente, at han maatte arbejde i andre Retninger for at holde sig. Saa besluttede han da at blive i England, tog altsaa Afsked fra Armeen, hvori han havde naaet Kaptajns Grad, og helligede sig nu udelukkende til Maskinbygningsfaget.

Han debuterede heri med Dampsprøjten 1829, fik omtrent samtidig et Lokomotiv konstrueret efter det kaloriske Princip, hvilket i Begyndelsen vakte store Forventninger, der dog siden ikke viste sig at ville blive fyldestgjorte, — og under alt dette kom han i Lag med Spørgsmaalet om Skruen, eller vi ville hellere her sige Skruepropelleren (screw propeller), idet vi derved paa dette Sted skjælne mellem Smiths Dampskibsskrue, — en virkelig Skrue — og Ericssons Apparat, der vel var baseret paa samme Theori. Det var nemlig, ligesom de nu brugelige Dampskibsskruer, snarere et Vingehjul, end en virkelig Skrue, det vil sige et Komplex af Vinger ud fra en fælles Axel, og saaledes at Vingerne havde en noget vindskjæv Retning. Med et saadant Apparat anstillede han da efter 1834 en stor Række Forsøg, der snart vakte en ikke ringe Opsigt, især efterat Apparatet, indsat paa Bugserbaaden Francis-Ogden, 45 Fod lang, 8 Fod bred, havde vist, at det kunde præstere noget; vi anføre exempelvis, at det førte et amerikansk Skib paa 630 Tons op mod Strømmen med en Fart af 4½ Knob.

Han forblev imidlertid ikke i England længere end til 1839, da han paa Foranledning af daværende amerikansk Skibskaptajn Stockton drog til New-York, hvor hans Skrueapparat, indsat paa Dampskibet Princeton, 1841, øjeblikkelig vakte stor Sensation og kom i stor Yndest. — Det er fra dette hans nye Hjem, at han har sendt den ene Opfindelse ud i Verden efter den anden, og det er efter hans Ankomst dertil, hans Navn har faaet den Klang, det nu har.

Hovedspørgsmaalet for ham var, som vi vide, Varmluftsmaskinen, den kaloriske Maskine, og han var Mand for at løse det; i 1852 stod den færdig, og den vakte strax den mest levende Opsigt. Det er nu ikke Stedet her at gaa nærmere ind paa denne Maskines baade gode og svage Sider; men det kunne vi dog ikke undlade at fremhæve, at Ericsson ved Opfindelsen af den gav Stødet til de mange andre Maskiner, der siden fremkom med samme Hovedformaal: at undgaa Damp og derved blive anvendelige for saadanne Haandværk, som have Brug for en ringe Bevægekraft, der pludselig kan skaffes tilveje og pludselig standses igjen uden det store Spild af Brændemateriale,

Dampmaskinen absolut medfører, naar Dampen skal sættes op med mange Afbrydelser. I 1862 konstruerede Ericsson Pantserskibet Monitor og gav derved Nordstaterne en aldeles afgjort Overvægt over Sydstaterne, samtidig med at han derved fremkaldte en fuldstændig Omvæltning i Krigen tilsøs; i den seneste Tid endelig har han anvendt sine rige Evner paa at konstruere en Maskine, der skal virke ved opsparet Solvarme.

Allerede medens Ericsson arbejdede med sit Skrueapparat, udtog Englænderen Francis P. Smith, en ubemidlet Landmand fra Middlesex, i 1837 Patent paa det samme Princip, hvis Anvendelighed han havde overbevist sig om ved en Række Forsøg med en lille Baad, der dreves af en Maskine paa to Hestes Kraft. Man maa imidlertid ikke tro, at det trods disse heldige Forsøg gik saa ganske let for ham at komme frem; nej tværtimod, thi han trængte ikke blot til Støtte i pekuniær Henseende men ogsaa i mekanisk Retning, hvilket sidste forunderlig nok holdt haardere at faa end det første. Fastholden ved det gamle og Mangel paa Tillid til det nye stillede sig nemlig saa stærkt imod ham, at selv da han havde fundet Folk, der vilde stikke Penge i Sagen, vilde ingen Londoner Ingeniør paatage sig at bygge Maskinen. En ubekjendt Fabrik kom da til at levere den, nominelt med 80 Hestes Kraft, i Virkeligheden med neppe 60, hvilket var uforholdsmæssig lidt for det Skib, den var bestemt til, Arkimedes, 240 Tons. Det stod under Bygning i Aarene 1838 og 39 og begyndte strax en hel Række Forsøg, der aldeles uomstødeligt godtgjorde Skruens Anvendelighed ogsaa paa store Rejser i rum Sø. Sagen var nemlig, at Admiralitetet, inden ret lang Tid var gaaet, fik sin Opmærksomhed henvendt paa Forsøgene og da beordrede Kaptajn Chappell til at føre Skibet. Han overtog følgelig Kommandoen, og han bestemte sig til som første Fart at gaa fra Dover til Calais, en Rejse, som han tilbagelagde i 1 Time og 53 Minutter, den korteste Tid, i hvilken den endnu nogensinde var gjort. Det viste sig altsaa, at Arkimedes, trods sine Mangler i Konstruktionen, kunde præstere noget alvorligt, og man fik lige strax saa god Lejlighed til Sammenligning mellem det nye og det gamle, som ønskes kunde, thi det indtil da mest hurtigsejlende engelske Postdampskib Widgeon, der løb ud sammen med Arkimedes, blev distanceret 10 Minutters Vej.

Et saadant Resultat maatte nødvendigvis vække Opsigt; man kan da ogsaa af samtidige Beretninger se, med hvor stor Interesse de senere Farter fulgtes, navnlig den Tur omkring Storbrittanien, der lige saa meget blev foranstaltet for i de forskjellige betydelige Havne at overbevise de lokale Autoriteter, Rhedere og andre, for hvem Spørgsmaalet var af Vigtighed, om det nye Systems Betydning, som for at indhente yderligere Erfaringer om dets Fortrinlighed. Vi anføre her efter Glasgow-Argus følgende om et af Forsøgene, som Bladet siger var en Triumph for Opfinderen af den nye Drivkraft; Oversættelsen skyldes Ursin.

„Sikker paa Udfaldet indbød Opfinderen ombord de betydeligste Ingeniører, Videnskabsmænd og overhovedet alle, som i vor By have Interesse af Dampskibsfartens Udvikling, saa at man kunde være sikker paa, at enhver Mangel i Indretningen, enhver Tvivl om dens Hensigtsmæssighed, ved denne Lejlighed vilde komme paa Tale. Baaden foer ned ad Clyden under Jubelskriget af en paa Skibene i Havnen og paa Kajerne forsamlet uhyre Mængde Mennesker. Ogsaa Selskabet ombord maa vel, da det saa sig drevet frem ved Dampkraft, men uden Støj af Hjul og uden Bølgebevægelse, have følt, at det stod under Indflydelse af en ny Opfindelse, som er bestemt til at udrette store Ting i Dampskibsfarten. De hyppige Ophold undervejs gjorde desværre en nøjagtig Bestemmelse af Hastigheden umulig; dog vil det være passende her at give en Forestilling om, hvorvidt

Skruen er skikket som Fremdrivningsmiddel. Arkimedes er for det første ikke bygget til Hurtigsejler, men blot for at bevise den Lethed, hvormed Damp- og Vindkraften kunne forbindes paa et Skib; Maskinen er bygget meget skjødesløst og er fra et Værksted, hvorfra aldrig før nogen til Søbrug bestemt Maskine er udgaaet; til de mange Ophold, vi havde undervejs, kom desuden, at hele Strømmens Kraft var imod os. Trods alle disse Hindringer, der intet have at gjøre med den nye Opfindelse, viste Arkimedes sig dog som en fortrinlig Sejler og arbejdede sig rask fremad; vare Betingelserne, og navnlig Maskinens Virkning, de samme som ved vore sædvanlige Dampskibe, da maatte dens Hastighed være uhyre. Imellem Dunbarton og Glasgow gjorde vi et kort Forsøg med at anvende Sejlene samtidig med Skruen, og Udfaldet var glimrende; Hastigheden tiltog meget betydelig. Efter at have passeret Greenock sejlede Arkimedes ind i Gairlochsøen, hvor Skruen sattes ud af Indgribning med Maskinen, og Bevægelsen blev tilendebragt ved Sejlene alene. Omendskjøndt den skjødesløse Maade, hvorpaa Arkimedes var bygget, var ugunstig for Sejladsens Hurtighed, saa overbeviste alle sig dog om, at Skrueskibenes Hurtighed som Sejlere, naar Skruen er sat ud af Virkning, under samme Betingelser fuldkommen naar sædvanlige Sejlskibes. Ved at dreje viste Skruens Fortrin fremfor Skovlhjulene sig i det klareste Lys; medens nemlig de gamle Dampbaade for at dreje maa gjøre en Bue paa 6 Skibslængder, og altsaa kræve betydelig Plads, drejede Arkimedes paa 1¼ af sin Længde.

Vi slutte med nogle korte Bemærkninger. Ubehagelig er den Larm, der hidrører fra de mange Drivhjul, der gribe ind i hverandre og frembringe Skruens hurtige Omdrejning. Den er ikke saa stor som Skovlhjulenes; men da den høres stærkest i Skibets Indre, gjør den Opholdet i Kahytten ubehagelig. Flere af de tilstedeværende Sagkyndige angav dog paa staaende Fod forskjellige Maader, hvorpaa man kunde afhjælpe denne Ulempe. De sædvanlige Dampskibes Rysten falder derimod ganske bort. ... Et af Skruens Hovedfortrin er, at den ikke, som Skovlhjulene, sætter Vandet i Bølgebevægelse, og derved undgaaes den Fare, hvorfor mindre Fartøjer hidtil have været udsatte paa Kanaler og smalle Floder, naar et Dampskib sejler forbi dem. Vandfladen bliver fuldkommen jævn, saa at ogsaa Bredderne ere sikkre for den Skade, som Bølgeslaget fra Skovlhjulene ellers foraarsager. Derimod bidrager Skruen meget til at røre Mudderet op fra Bunden og lade det drive med Strømmen, saa at Havnefogden i Plymouth efter Kaptajn Chappells Sigende anbefaler at bruge Skruen, om det endog blot skulde være for at rense Havnene."

Beretningerne i de andre Blade tale i samme Tone; ogsaa de fremhæve Skruens Fortrin under visse Betingelser, særlig da for Krigsskibene, der ved at anvende den ikke udsættes for at komme til at mangle Drivkraft, ikke at tale om, at det Rum, Hjulkasserne indtage, paa Skrueskibene kan anvendes til der at opstille Skyts. — Der lød da altsaa udelt Bifald, og Opfinderen var Gjenstand for den største Hyldest; Society of arts udnævnte ham til Medlem og takkede ham i Videnskabens Navn, og der blev voteret ham en Nationalbelønning i Egenskab af Skruens Opfinder, hvad man dog efter det foregaaende kun med det Forbehold kan indrømme, at han var, at han var den første, der fik meget omfattende Forsøg anstillede.

At Forsøgsperioden dermed ikke var forbi, det er let at indse; der var jo endnu mange Sammenligninger at anstille mellem de to Bevægeapparater, mange Erfaringer at indhente. Det er da ogsaa noget, som følger af sig selv, at de nærmest følgende Aar vare et Slags Prøveaar, at der trindt om i Europas Havne anstilledes sammenlignende Prøver mellem Hastighederne af Skibe af samme Drægtighed, det

ene drevet af Hjul, det andet af Skrue, og det er en bekjendt Sag, at Prøverne ikke gjorde den sidste til Skamme. Vi skulle ved Kapitlets Slutning give en Oversigt over Fordelene ved de nye Apparater, og bemærke da her kun, at det er fra 1844 at man kan sætte det Tidspunkt, da Skruen kan siges at have hævdet sin Plads som det tjenligste Bevægemiddel for Skibe, der ere bestemte for Sejlads i rum Sø. Allerede i 1842 indrettedes det store engelske Skib Great-Britain med Skrue; det første franske Skrueskib var Napoleon, 1843, vort første Krigsskrueskib var Korvetten Thor, 1851.

Hvad nu angaar Skruen selv og den Maade, hvorpaa den anbringes i Skibet, da skal det følgende give nærmere Oplysning derom.

Man har været meget i Tvivl om, hvilken Form man helst burde give den for at faa Maximum af Virkning, og man har i Tidens Løb gjennemløbet en hel Række Modifikationer, indtil man er kommen til den, der nu anvendes. Smith begyndte med en hel Omgang men reducerede senere Skrueaxlens Længde til den, der svarer til en halv Omgang; samtidig satte han da to halve Skruegange paa denne Axel, saa at hans Skrue fik Form som den i Figur 110 afbildede.

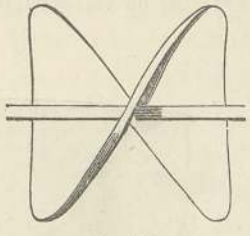


Fig. 110.

Da man imidlertid fandt, at en selv temmelig ringe Udstrækning i Retning af Axlen er tilstrækkelig, naar blot Skruebladene have en nogenlunde stor Længde i Retning vinkelret paa Axlen, saa gjorde man Skruen endnu kortere, benyttede fire Fjerdedelsomgange i Stedet for to halve og kom altsaa til en Konstruktion som den i Figur 113 tilhøjre afbildede. Dampskibsskruen er følgelig kun meget uegenlig en Skrue, den er snarere et Vingehjul, omtrent som Ericssons. Det er en saadan noget forkortet Form, man nu staar ved; man benytter i Reglen to eller fire, sjældnere sex Skrueblade, der hver for sig kun udgjøre et meget lille Stykke af en hel Skruegang, og det følger af sig selv, at de stilles symmetrisk mod Axlen. Som Exempler paa noget mere sammensatte Apparater afbildes et Par i Figur 111; den tilvenstre har to store og to smaa Skrueblade,

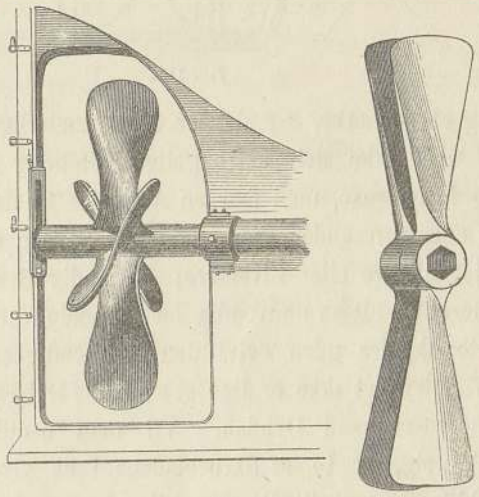


Fig. 111.

den tilhøjre fire, der ere stillede to og to foran hinanden. Den sidste skyldes Mangin.

Skruerne forfærdiges af Jern eller hellere af Kobber, saasom dette længere modstaar Vandets ødelæggende Indvirkning end hint.

Skruen anbringes i et Hul af rektangulær Form noget foran Roret og saa dybt, at den stedse er under Vand; Figur 112 viser, hvorledes dette er at forstaa. Dens Axel ligger naturligvis lige saa vel som selve Maskinaxlen i Skibets Diametralplan. Maskinaxlen forlænges igjennem en dertil bestemt Gang helt agterud, hvor den gaar igjennem et der anbragt Metalrør for at befæstes til Skruen; for at hindre Vandet fra at trænge ind gjennem Røret, sidder der i dettes Inderende en Stoppebøsse G I (Fig. 113). Bringes Maskinaxlen til at gaa rundt, vil den da tage Skruen med sig, og Skibet vil faa Bevægelse fremad.

Ved denne Bevægelse, eller rettere ved det Tryk fremad, Skibet faar, er imidlertid en

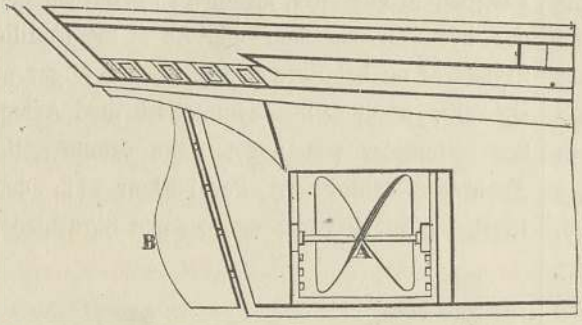


Fig. 112.

Ting at bemærke, og det er det forunderlige, at Skibet ikke drives frem lige i Retning af dets Længdeaxe, men faar en Afvigelse til den ene eller den anden Side, eftersom Skruen er drejet tilhøjre eller tilvenstre; en stadig Brug af Roret er altsaa nødvendig for at holde Kurs. Dette skyldes uden Tvivl den Omstændighed, at Vandtrykket ikke er lige stort i alle Dybder, men voxer med Dybden. Vil man nemlig tænke sig, at to af Skruebladene i et givet Øjeblik staa vertikalt, saa vil enhver Del af det nederste Blad modtage et Tryk, der er større end det, enhver lige saa stor Del af det øverste modtager; det samlede Tryk mod det nederste Blad er altsaa større end mod det øverste, og det vil let indsees, at dette Overskud maa have ganske den samme Virkning tilfølge, som Vandtrykket mod Roret ɔ: det vil dreje Skibet.

Med Hensyn til den Maade, hvorpaa Maskinaxlen og Skruen forbindes med hinanden, da sker dette bedst derved, at den forreste Del af Skruens Nav forsynes med et firkantet Hul, hvori et tilsvarende firkantet Fremspring paa Maskinaxlens agterste Ende føres ind.

Maskinaxlen selv maa paa Grund af den store Længde, den nødvendigvis har, i hele sin Længde understøttes af flere Pandelejer, dels for at bære den og dels for at holde paa den, at den ikke skal udsættes for Vrid under Omdrejningen. Derhos maa der ved passende Midler sørges for, at det Tryk, Axlen lider som Følge af Vandets Modtryk mod Skruen, ikke skal forplante sig til Maskinen, da denne ellers vilde tage Skade. Man opnaar dette ved at anvende en saakaldet Trykbæring (H Fig. 113) det vil sige et Pandeleje, som indvendig er forsynet med en Del ringformige Fordybninger, hvori tilsvarende, paa Axlen fæstede, fremstaaende Ringe kunne løbe rundt. Er denne Trykbæring fast forboltet til Skibet og tilstrækkelig stærk, saa optager den ethvert Tryk frem eller tilbage, og Maskinen selv lider intet derved.

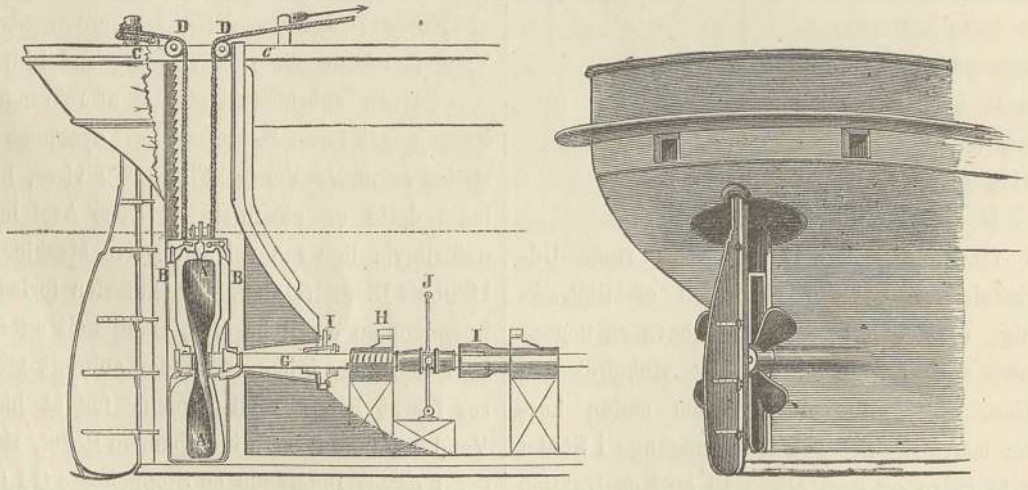


Fig. 113.

Da det ofte er ønskeligt at sætte Skruen ud af Forbindelse med Maskinen, maa man forsyne Axlen med et Udløsningsapparat, der bekvemt kan tillade en saadan Udløsning. Et saadant er angivet paa Figur 113 ved JI, og er saaledes at forstaa, at et Tryk tilhøjre paa Vægtstangen J, som drejer sig om et fast Punkt forneden, gjør det forreste Stykke I af Maskinaxlen klar af det agterste Stykke G; Skruen er da fri.

Vil man rent borttage Skruen, f. Ex. i det Tilfælde, at Vejret er gunstigt for Sejlføring, saa kan det med temmelig Lethed ske paa de Skibe, der ere forsynede med Brønd, det vil sige en Aabning lige over Skruen, og som strækker sig helt op til øverste Dæk, stor nok naturligvis til at Skruen med tilhørende Ramme kan gaa der igjennem. Sagen er nemlig den, at Skruen hviler i et Par Tappelejer, der bæres af en Ramme BB, Figur 113, som griber om den øverste Halvdel af Skruen AA; den kan da altsaa tilligemed Rammen hales ovenud af Brønden, naar Skruebladene først have faaet en saadan Stilling, at de staae lodret i Vandet. For at opnaa dette, er der paa Maskinaxlen tæt agtenfor Maskinen anbragt et nogenlunde stort Tandhjul, i hvis Tænder man kan lade Gængerne af en Skrue uden Ende gribe ind. Drejes denne da rundt, følger Skruebladene AA med, og naar de have faaet den rette Stilling, sænkes en paa Overdelen af Rammen anbragt Stopper saa meget, at den tvinger dem til at beholde denne Stilling. Er dette da nu opnaaet, trækkes Axlen G saa meget forefter ind i Skibet, at dens firkantede Fremspring bliver klar af Skruenavets Aabning, og man kan nu ved Hjælp af de i Figuren angivne Snorløb og Tridser hale Rammen og Skruen op. For at hindre, at de, selv om Tovet sprang, skulde falde ned igjen, er der langs ad Brøndens For- og Agterkant indsat en Række Tænder, hvori Spærhager, der paa passende Maade ere fæstede til Rammen, kunne gribe fat. Brønden selv er ofte forneden lukket med to paa Hængsler bevægelige Klapper, forat Vandet ikke med alfor stor Voldsomhed skal slaa op i den.

At Brønden svækker Skibet, det indsees umiddelbart, og det følger af sig selv, at den kun anvendes paa saadanne Skibe, hvis Skruer kun have to Skrueblade, med mindre de øvrige Blade ere saaledes indsatte, at de kunne bevæge sig om Axlen og bringes til at staa foran de to faste, eller med andre Ord bringes til at indtage den Stilling, de fire faste Blade i Mangins Skrue, Figur 111, have. En saadan Disposition er bleven foreslaaet af Sollier.

Efter 1862 har man paa flere Skibe indført Brugen af to Skruer, der hver drives af sin Maskine; deres Axler træde naturligvis ud af Skibet paa hver sin Side af Midtlinien. At de forøge Hastigheden følger af sig selv; men det er ikke den eneste Fordel ved dem, de gjøre tilmed Manøvreringen med Skibet lettere, idet man ved at lade dem gaa rundt i modsatte Retninger, meget hurtigere kan dreje Skibet, end naar man kun bruger en Skrue.

Vi slutte nu dette Afsnit med en Oversigt over de vigtigste Fordele og Ulemper, Anvendelsen af Skruen frembyder.

Det er da for det første af særdeles Betydning, at det bevægende Apparat altid er helt nedsænket i Vand, om end Skibet krænger nok saa meget, og dette er altid Tilfældet med Skruen. Dernæst optager baade Skruen selv og dens Maskine en langt mindre Plads end Hjulene og Hjulskibsmaskinerne, hvilket for Koffardiskibene øjensynlig medfører større Lastrum og for Orlogsmændene at ikke blot det Rum, Hjulkasserne fordre, kan forsynes med Kanoner, men at da navnlig ogsaa selve Bevægeapparatet er meget mindre udsat for Kuglerne, ligesom i det hele taget den Slags tilfældige Beskadigelser, som Faldet af en Mast eller lignende kan forvolde, ikke ramme Skruen.

Skrueskibet er mindre bredt, det byder derfor ikke Vinden saa stor en Flade som Hjulskibet, og det gaar af samme Grund lettere igjennem mindelige Forhold er mindre end Hjulskibenes, fordi det Tab i Kraft, de volde, er langt større end det, der hidrører fra Brugen af Hjul.

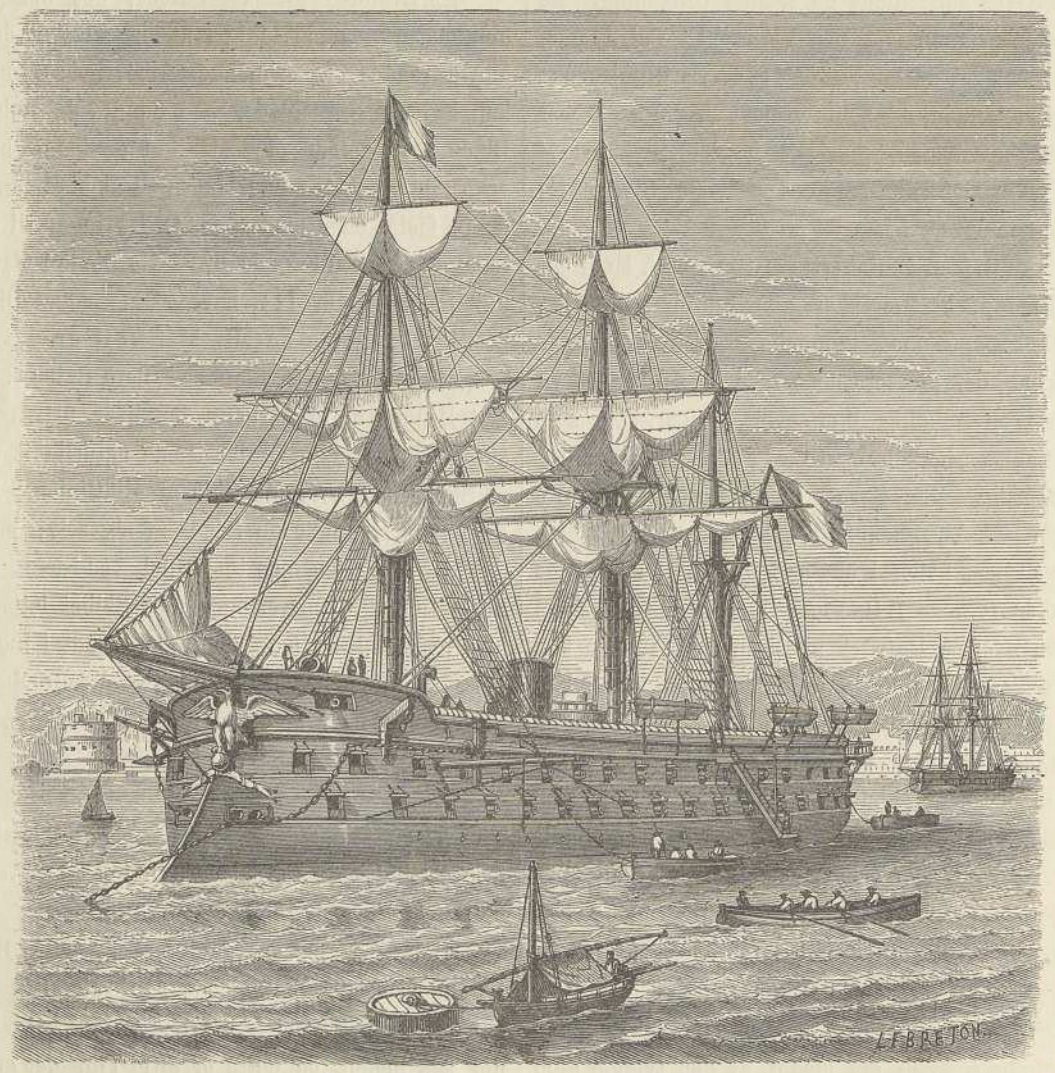


Fig. 114. Solferino, fransk Pantserfregat.

snævre Indløb. Endelig kan Sejlføring benyttes med langt større Virkning paa Skrueskibene, saasom deres Form ikke frembyder større Modstand mod Vandet end Sejlskibenes.

Men har da end saaledes Skrueskibene i mange Henseender meget forud for Hjulskibene, saa er der dog ogsaa adskillige Ulemper ved dem. Det er da saaledes f. Ex. en væsenlig Anke mod dem, at deres Hastighed under alSagen er jo nemlig den, at Vandet faar en dobbelt Bevægelse af Skruen, en Bevægelse i Retning af Skibets Axe og en lodret derpaa; men den sidste er aldeles tabt for Skibets Fart fremad; den Kraft, der anvendes paa den, er rent spildt. Omvendt maa man saa dog rigtignok ikke overse, at Krafttabet ved Skruen altid er det samme, medens dette ingenlunde kan siges om Hjulskibene, hvor det i Storm-

vejr, naar Skibet krænger, er aldeles uberegneligt.

En anden Ulempe ved Anvendelsen af Skruen er den stadige Larm, Tandhjulenes Klapren foraarsager, ikke at tale om det store Slid, der gaar paa alle Pandelejer, Vanskeligheden ved at faa den taget ud til Reparation i de Skibe, der ikke have Brønd, og Vanskeligheden ved at faa den lagt ind igjen saaledes, at dens og Maskinaxlens Axer ligge lige i Forlængelsen af hinanden, hvilket er absolut nødvendigt for at faa Maximum af Virkning.

Alle Forhold vel overvejede er da det Resultat, man i Spørgsmaalet om den enes eller den andens Fortrin maa komme til, dette, at Skruen især egner sig til Brug paa rum Sø, idet den virker lige godt under alle en længere Rejses Tilfældigheder i Retning af Storm og Vind; paa Floder og Søer frembyder den meget færre Fordele.

LOKOMOTIVET OG JERNBANERNE.

FØRSTE KAPITEL.

FØRSTE FORSØG OVER DAMPKJØRSEL. — WATT. — CUGNOT. — OLIVER EVANS. — TREVITHICK OG VIVIAN.

Den, som med Opmærksomhed har fulgt den foregaaende Udvikling, vil have bemærket, at Dampmaskinen har haft det forunderlige Held med sig, at enhver Forbedring i dens Konstruktion lige strax har givet Anledning til nye og vigtige Anvendelser. Dette gjælder lige fra dens aller første Oprindelse, lige fra det Øjeblik, da Papin sendte den Tanke ud i Verden at drage praktisk Fordel af Vanddampenes Spændkraft, og i den Hensigt konstruerede det lille Apparat, der blev beskrevet i hans Afhandling fra 1690. Det var vel selv kun et saare upraktisk Apparat, ja det var vel igrunden ikke andet end et physisk Legetøj; men det indeholdt en sund Tanke, en Spire til alt det efterfølgende. Og Anvendelsen kom snart, forbavsende hurtigt endog, naar man tager Tidspunktet i Betragtning; thi der forløb jo ikke mere end en halv Snes Aar, inden Savery og Newcomen paa det som Grundlag fik oprejst de første Maskiner, de første for Industrien virkelig brugbare Apparater. Saa stod Udviklingen stille, og intet nyt kom frem i en Række af Aar; men da det siden kom, saa kom det da til Gjengjæld ogsaa efter en saa overvældende stor Maalestok, at det med Sandhed tør siges, at Watt bragte en hel Revolution ind i Arbejdsmethoderne, og at hans Maskine var en virkelig Universalmotor, anvendelig lige strax i de fleste da bekjendte Industrigrene, og anvendelig siden i de aller fleste senere tilkomne. Men ikke nok med, at den kom ind i Fabriker og Værksteder, og der bragte Liv og Opsving, den skød jo ud i en hel ny Retning, bragte jo Løsningen paa det store Spørgsmaal, som havde ligget for fra Blasco de Garays Dage, indtil Fultons Udholdenhed overvandt Vanskelighederne og bragte Betydningen af Modvind og Modstrøm saa langt ned, at disse Faktorer jo nu næsten slet ikke tages med i Beregningen over Dampskibsrejsernes Varighed.

Det skal nu i dette Afsnit vises, hvorledes en ny Række Forbedringer atter kaldte Maskinen til at spille en ny Rolle, idet de øjeblikkelig skaffede den Betydning i Spørgsmaalet om Transporten tillands, — og det er sandelig hverken det mindst forunderlige eller mindst interessante Stykke af dens Historie, der afhandler dette.

Tanken er gammel, og der har været anstillet mange Forsøg for at faa noget ud af den; men de ere alle mislykkede lige indtil dette Aarhundrede, — ja den egentlige Dampkjørsel skriver sig først fra en Tid, der ligger endog en hel Snes Aar efter Dampskibenes Fremkomst. Dette kan ikke forundre nogen,

der vil overveje de særegne Omstændigheder, hvorunder en Maskine, der skal trække Passagerer og Gods hen ad en Vej maa arbejde; den maa være forholdsvis let, dens Størrelse kan ikke overskride visse Grændser, og dog skal den kunne udvikle en betydelig Arbejdskraft. Men intet af dette fandt Sted for de Maskiners Vedkommende, man havde til sin Raadighed, da Spørgsmaalet først kom frem, Kondensationsmaskinerne, der med den store Vandmængde, de maatte føre med sig, baade vare meget sammensatte og saa overordenlig tunge, at de vilde have overlæsset Vognen, der bar dem, i den Grad, at de ikke kunde trække sig selv frem. Det kunde da altsaa ikke være andet, end at Spørgsmaalet maatte staa uløst hen, indtil Højtryksmaskinen var kommen i Brug, og at tænke paa at udrette noget før, det var aldeles frugtesløst. Dermed skal dog ikke være sagt, at alt var gjort med denne Maskine; der var i Virkeligheden, som vi skulle se, endnu saare meget at tage iagt, men den maatte være, og den blev Grundlaget.

Der behøves da altsaa ingen videre Paavisning, forat man kan indse, at Robisons Tanker om Dampkjørsel, 1759, aldrig kunde lykkes, og at selve Watts Projekt, hvorpaa han i 1784 fik Patent, maatte lægges hen som ubrugeligt; de støttede sig begge paa et uanvendeligt Princip.

Anderledes forholder det sig derimod med Franskmanden Joseph Cugnot, den første, der har brugt en Højtryksmaskine ved sine Forsøg over Dampkjørsel. Han var født i Lothringen 1725, men havde tilbragt hele sin Ungdom i Tydskland, hvor han gav sig af med Ingeniørvæsen; senere var han taget til Nederlandene. Man havde fra hans Haand en Bog om Feltfortifikationer og en Model til et nyt Gevær, som blev modtaget med Gunst af Marschallen af Sachsen; han var altsaa ingenlunde nogen ubekjendt Person, tværtimod en Mand, hvis Navn havde en god Klang. I Brüssel havde han givet sig af med at konstruere en egen Slags Dampkærrer til at trække Kanoner og andet Artillerimateriel fremad; men der kom dengang intet Resultat ud af hans Bestræbelser, saa han opgav dem igjen. Senere er han saa kommen til Paris, og der har han atter taget fat paa sine Dampvogne, som han har forstaaet at fremkalde saa megen Opmærksomhed for, at Artilleriinspektøren Gribeauval i 1769—70 har underkastet dem et Par Prøver. Den i den Anledning afgivne Rapport, som senere er bleven fundet i Krigsministeriets Arkiv af General Morin, udtaler sig blandt andet saaledes derom:

„I 1769 forelagde en schwejzisk Officer ved Navn Planta Minister Choiseul adskillige Opfindelser, som, hvis de lykkedes, lovede betydelige Fordele.

En af dem gik ud paa at bevæge en Vogn fremad ved Hjælp af Vanddamp.

Da General Gribeauval, som blev beordret til at undersøge disse Opfindelser, imidlertid fik at vide, at en vis Cugnot, der forhen havde været Ingeniør i Udlandet, og som var Forfatter til en Bog om Feltfortifikationer, var beskjæftiget med noget lignende i Paris, paalagde han Planta først at gjøre sig bekjendt med disse Arbejder.“ .... Dette er da nu sket, og man har faaet at vide, at det, Cugnot havde for, var ganske det samme som det, der beskjæftigede den fremmede Officer, og derfor har man foretrukket at hjælpe Franskmanden fremfor Udlændingen, hvorfor da ogsaa .... „Minister Choiseul paalagde Cugnot paa Statens Bekostning at udføre det i stor Maalestok, som han hidtil havde arbejdet med i det smaa.“

„Ved det Forsøg, som nu blev foretaget i Nærværelse af Ministeren, General Gribeauval og mange andre Tilskuere, satte Vognen sig virkelig i Bevægelse med fire Passagerer, og det med en Hastighed, der, hvis den havde løbet uafbrudt, vilde have beløbet sig til 1800—3000 Favne i Timen. Men da Kjedlens Rumfang ikke var tilbørlig afpasset i Forhold

til Stemplernes Størrelse, saa kunde den kun løbe en 12 à 15 Minuter ad Gangen, hvorefter man var nødt til at lade den staa stille i lige saa lang Tid, forat Dampen kunde faa sin forrige Spænding igjen. Derhos var Ildstedet slet forarbejdet, saa at noget af Varmen gik tabt, og Kjedlen selv syntes at være for svag til under alle Forhold at kunne udholde Dampens Tryk. saa at der hengik endnu nogle Maaneder, inden Opfinderen fik Lejlighed til atter at komme i Arbejde. Det skete dog imidlertid endnu samme Aar, ogsaa denne Gang i Overværelse af Gribeauval, der ganske vist har interesseret sig for Sagen.

Men det gik rent galt; Maskinen var ikke til at styre. Den løb løbsk med sine Passa-

Fig. 115. Den første Dampvogn, prøvet af Opfinderen Cugnot i Arsenalgaarden i Paris, 1770.

Da Prøven imidlertid godtgjorde, at Maskinen, hvis den blev udført i større Maalestok, nok duede til noget, saa fik Cugnot Ordre til at lade en ny konstruere, som skulde afpasses saaledes, at den med en Last af 8—10,000 Pund kunde løbe gjennemsnitlig 1800 Favne i Timen."

En saadan blev nu virkelig konstrueret i sidste Halvdel af 1770, og Cugnot ventede kun paa Ordre fra Ministeren for at tage fat paa Forsøgene; men Choiseul blev styrtet, og med ham faldt i det mindste foreløbig Spørgsmaalet, gerer og rendte Muren om Arsenalgaarden ned (Fig. 115), — viste sig kort sagt fuldkommen ubrugelig. Opfinderen selv havde imidlertid forstaaet at sætte sig i saa høj Gunst hos de store, at han trods dette Uheld dog fik en Pension, som han beholdt lige til Revolutionen brød ud. Den fratog ham enhver Hjælp, saa han var død af Sult og Elendighed, hvis ikke en godgjørende Dame i Brüssel havde taget sig af ham og forskaffet ham nogen Understøttelse.

Maskinen blev henstaaende i Arsenalet, og har siden ofte været Gjenstand for Opmærk-

somhed. Strax efter Revolutionens Udbrud vilde Velfærdskomiteen slaa den i Stykker for at lave Vaaben af den; men dette modsatte Artilleriofficererne sig. Senere da Bonaparte var kommen hjem fra Italien, fik han Nys om den og faldt paa den Tanke, at der dog mulig lod sig gjøre noget ud af den, hvorfor han henvendte sig til Institutet desangaaende. Følgen deraf var, at der blev nedsat en Kommission til at undersøge den igjen, og Bonoparte selv blev valgt ind i Kommissionen; men da han kort efter drog til Ægypten, faldt Sagen derved sammen, og Maskinen fik altsaa ikke, som det havde set ud til, Dampen op igjen.

I 1799 forlangte den daværende Direktør for Conservatoire des Arts-et-Métiers, Molard, den udleveret for at indlemme den i dettes Samling af Maskiner, men Artilleriet gav kun nødig slip paa den, saa der hengik hele to Aars Forhandlinger derom, inden Forlangendet blev bevilliget. De mange Skrivelser i den Anledning henledte igjen Opmærksomheden paa Opfinderen og forskaffede ham den Pension tilbage, som Tidernes Ugunst havde taget fra ham; han beholdt den fra nu af til sin Død i 1804.

Nu staar da Maskinen i Conservatoire des Arts-et-Métiers, og opvækker der den største Interesse hos alle dem, der tage dette Etablissements udmærkede Samlinger i Øjesyn; det er efter den, hosstaaende Billede, Fig. 115, er udført. Maskinen er enkeltvirkende, og bestaar af to lodretstillede Broncecylindre, der modtage Dampen gjennem det bøjede Rør, og naar de have brugt den, kaste den ud i Luften. Kjedlen har Form noget nær som Newcomens og var indvendig omkring Ildstedet udforet med et Lag ildfast Ler for at beskytte den mod Ilden. Den hvilede paa en trehjulet Vogn, hvis forreste Hjul tjente som Drivhjul og af den Grund var omsluttet af et Jernbaand, der var forsynet med Riller for at forøge Gnidningsmodstanden. Bremse var der paa den, som man ser af Tegningen, og det har, efter hvad vi ved, nok kunnet gjøres nødig i den Situation, hvori den fremstilles, at bremse den; derimod er der ikke taget Hensyn til Vandforsyning, saa at den hvert Kvarter omtrent har maattet stoppe op for at faa nyt Vand og ny Damp op igjen, hvilket naturligvis, selv om den aldrig havde været saa god, havde været nok til at hindre enhver mere udstrakt Anvendelse af den. —

Vi have ved at omtale Højtryksmaskinen haft Lejlighed til at nævne Amerikaneren Oliver Evans som den, der fra først af bragte den frem, og vi bemærkede dengang, at han i nogen Tid bestræbte sig for at faa den anvendt i Dampkjørselens Tjeneste, dog uden Held. Dermed forholder det sig saaledes, at han i 1786 indgav Begjæring til Kongressen i Pensylvanien om foruden at faa Eneret paa sine Kornmøller tillige at faa Patent paa en Dampvogn, der ligesom Møllerne skulde drives af en Højtryksmaskine. Herpaa gik man for det første Spørgsmaals Vedkommende meget beredvilligt ind; det andet derimod opfattede den Kommission, der skulde aflægge Rapport om det, fra den komiske Side, ansaa det for en extravagant Ide af den forøvrigt anerkjendt dygtige Mand, en Ide, som han ikke kunde være bekjendt at faa offenliggjort — man tænke sig en Vogn uden Heste! — en Tanke altsaa, som man af Hensyn til Manden undskyldte, og som man derfor af Delikatesse lod være at omtale, kort sagt, man stak Hovederne sammen og bestemte, at man „siden den gode Oliver ikke er rigtig vel“, ikke engang vilde aflægge Rapport om den.

Opfinderen fik altsaa Lov at vente paa Svar, og ganske vist, han ventede taalmodigt, ialfald rørte han sig ikke for Sagen i hele ti Aar. At han jo vel nok har spekuleret over den imedens, det kan der ikke være Tvivl om, men sikkert er det, at han først saa mange Aar efter atter søgte at trænge igjennem, denne

Gang rigtignok ikke i Pensylvanien men i Maryland, hvis Kongres da ogsaa viste sig mere medgjørlig. Han fik Patent der den 21de Maj 1797, rigtignok ikke efter en udelt anerkjendende Bedømmelse; tværtimod, man nærede megen Tvivl om Muligheden af Foretagendet, og man gav kun Eneretten under det Forbehold, „at det ikke skader nogen"; men han fik det, det var Hovedsagen.

Saa stod han da altsaa med frie Hænder til at tage fat, med en af Betingelserne for at kunne sætte sit Forehavende igjennem, men vel at mærke ogsaa kun med en af dem, og det sikkert ikke den mest afgjørende. Han havde ingen Penge, intet at stikke i Forretningen, og den Omtale, Bedømmelseskommissionen havde givet ham, var sandelig ikke egnet til at faa Pengeskabene lukkede op, naar han bankede paa. Det gik da derfor heller slet ikke for ham, man forstod ham ikke, man begreb ikke Tanken, man kunde ikke tænke sig Vogne uden Heste. Og som det gik i hans Hjemstavn, saadan gik det ogsaa, da han havde sendt sine Planer til London i det Haab der at møde Tilslutning; man vilde heller ikke der tage sig af ham, havde heller ikke der Tiltro til hans Ideer. Skulde der da altsaa komme noget ud af det hele, saa indsaa han, at han maatte bie med at tage fat, indtil han selv havde tjent sig en tilstrækkelig Sum.

Vi se ham derfor i et Par Aar udelukkende beskjæftiget med sine Mølleanlæg, og finde ham først i Arbejde igjen for denne Sag i 1800. Da tog han fat for egne Midler og byggede sig en Dampvogn, der alt inden den var færdig satte hele Philadelphia i den største Bevægelse og fremkaldte en Række Valfarter til hans Værksteder, hvor denne forunderlige Maskine skulde bringes for Dagens Lys. At den store Hob gjorde sig lystig over den, det var ikke andet, end hvad man kunde vente, men at endog Mænd af Faget tog den fra den latterlige Side, ja søgte at skaffe en videnskabelig Anstalts Sanktion paa, at det hele var Daarskab, det er dog rigtignok forunderligt. Vist er det imidlertid, thi der indkom til det philosophiske Societet en Memoire, der skulde gaa ud paa at bevise saadant, idet den paatog sig at godtgjøre, „at man aldrig nogensinde kunde komme til at kjøre med Damp", en Paastand, som Societetet dog fandt for stærk „saasom man ikke kan afstikke Grændser, for hvad der er muligt"; derfor blev da ogsaa den og de øvrige mod Evans altfor nærgaaende Poster strøgne, inden Afhandlingen kom i Trykken, hvilket var saare heldigt for Forfatteren, thi kort Tid efter kunde han med egne Øjne overbevise sig om, at det var ham selv, der havde taget fejl.

Sidst paa Aaret blev Vognen nemlig færdig, og det viste sig, at den kunde gaa; den kjørte gjennem Byens Gader til stor Forbavselse for Tilskuerne, men derfor dog ikke til nogen Glæde for Ejeren, der trods dette Held alligevel ikke kunde faa nogen til at forstrække sig med de til Foretagendets videre Fremme aldeles nødvendige Midler; selv havde han sat sin sidste Dollar til paa det.

Hvad nu denne Vogn i Virkeligheden har præsteret, det har, at dømme efter de Forsøg, vi ret strax skulle omtale, og som foretoges med Vogne, der vare baserede paa Evans Principer i forbedret Form, vistnok kun været meget lidt; vi ere ikke i Stand til at angive noget nærmere derom. Om Evans selv vide vi derimod allerede fra det foregaaende (Pag. 61), at han snart slog sig fra Tanken om denne Kjørsel, der intet indbragte ham, og at han siden efter henvendte hele sin Opmærksomhed paa Konstruktionen af Højtryksmaskiner til Fabriksbrug, der lykkedes saa godt for ham, at han fik særdeles store Etablissementer til disses Forfærdigelse oprettet. Han døde, som man vil erindre, i 1819 af Græmmelse over de Tab, han led ved den store Brand, der lagde alle hans Ejendomme i Pittsburg i Aske.

Kom der da altsaa end intet direkte ud af hans Forsøg, saa gik de dog derfor ikke sporløst hen; de affødte tværtimod de første Prøver med lignende Vogne, der ere anstillede her i Europa i dette Aarhundrede. Sagen var nemlig, at Trevithick og Vivian, der, som alt fortalt, indførte Evans Højtryksmaskiner i England i 1801, meget snart indsaa, at de alene vilde være istand til at løse Problemet Dampfæstede til en Slags Langvogn af Jern, der igjen bar Kjedlen A med tilhørende Ildsted B. Ildstedet laa helt og holdent indeni Kjedlen, saa at det overalt var omgivet af Vand; der var altsaa truffet en lignende Disposition, som ved Kanalkjedlerne. Dampen gik fra A ind i den horizontaltliggende Cylinder C, hvis Stempelstang igjen holdtes i retliniet Bevægelse derved, at dens Endestykke, der bar et Friktions-

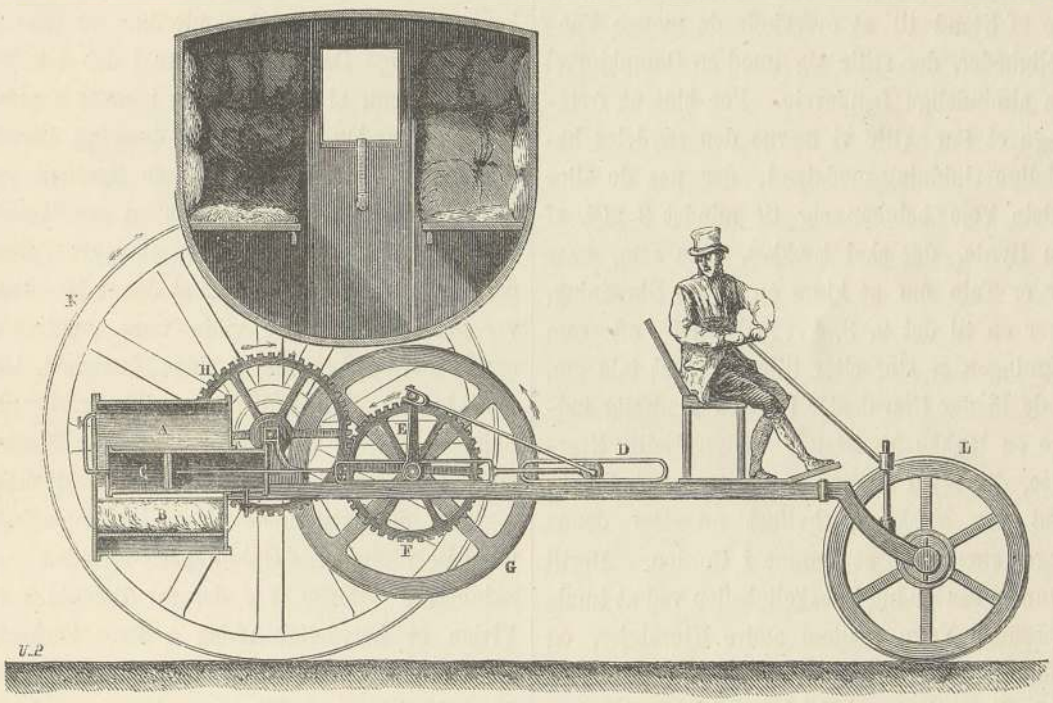


Fig. 116. Trevithick og Vivians Dampvogn til Brug paa almindelige Veje, 1801.

kjørselen, eller at man med andre Ord, hvis man overhovedet vilde tænke paa at kunne kjøre med Damp, nødvendig maatte benytte saadanne Maskiner dertil. De har da nu faaet Lyst til at give sig af med denne Sag, og de har taget saa ivrig fat, at de allerede i 1801 fik konstrueret en Vogn, paa hvilken de erholdt Patent, og som de fik Eneret til at kjøre med paa de almindelige Landeveje.

Denne Vogn, der var en Efterligning af Evans, lignede grumme meget vore Deligencer. Den er afbildet i Figur 116 efter en Tegning fra den Tid, og man ser, at Hjulaxlerne vare hjul, løb frem og tilbage i Kulissen D. En Plejlstang overførte nu paa sædvanlig Maade Bevægelsen til Krumtappen E, som var fæstet paa Axlen af Tandhjulet F, der endelig drev det med Hjulaxlen fast forbundne Tandhjul H rundt. Et Svinghjul G, der havde Axel fælles med E, tjente til at regulere Bevægelsen. Naar da nu Hjulet H dreves rundt i den af Pilen angivne Retning, tog det selve Vognhjulet K med sig, og Vognen løb altsaa frem. Vilde man svinge tilhøjre eller tilvenstre, behøvede man blot at dreje paa et Haandtag, saa gik Hjulet L til Siden, og Vognen lystrede

strax Kommando. Endelig er at bemærke, at Kudsken, om man saa tør kalde den Person, der var sat til at styre Vognen, havde et paa Figuren ikke angivet Bremseapparat i sin Magt, saa at han ved at klemme det ind mod Svinghjulet kunde moderere Hastigheden.

Man vil ikke kunne nægte, at hele denne Indretning var særdeles sindrig udtænkt, men man vil paa den anden Side ogsaa strax komme paa det rene med, at denne Vogn maatte være ude af Stand til at overvinde de mange Vanskeligheder, der stille sig imod en Dampkjørsel paa almindelige Landeveje. For blot at fremdrage et Par ville vi nævne den særdeles betydelige Gnidningsmodstand, der paa de aller bedste Veje beløber sig til mindst 3 pCt. af den Byrde, der skal trækkes, men som, naar der er Tale om at kjøre op ad en Skraaning, løber op til det 2, 3, 4.... dobbelte, eftersom Stigningen er stor eller lille, ikke at tale om, at de mange Ujevnheder i Vejen pludselig indføre en Række Modstande af forskjellig Størrelse, der igjen foraarsage en tilsvarende Række Stød paa Maskinen, hvilket udsætter denne meget stærkt for at komme i Uorden. Dertil kommer saa endnu Vanskeligheden ved at tumle en saadan Vogn mellem andre Kjøretøjer, og endnu meget andet, som altsammen gjorde, at de to Patenthavere i Følelsen af ikke at kunne overvinde disse Ulemper nødtes til at lade hele Planen fare, ialfald saaledes, som den her var fremsat.

Derved maa man nu ikke tænke sig, at de lode Tanken rent falde, nej tværtimod; men de slog af paa deres Fordringer, de opgav en Dampkjørsel paa alle Veje for at forsøge Lykken paa de specielle, der i mangfoldige Aar havde været i Brug ved Kulminerne, Sporvejene nemlig, paa hvilke Kulkærrerne dels slæbtes ind i selve Minegangene, dels førtes til Ladepladserne. Det var i Haabet om, at Vognen her kunde stifte Nytte, at de foretog nogle Prøver med den, og da det viste sig, at der ogsaa virkelig kunde udrettes noget, saa indgav de Ansøgning om ny Bevilling for denne Anvendelse, som de da ogsaa fik i 1802.

Det første Forsøg med Dampkjørsel paa en Skinnevej var altsaa gjort, og det, som man vil se, endog mange Aar, førend Dampsejladsen lykkedes; naar det dog i det følgende skal vise sig, at den egenlige Dampkjørsel først kan siges at være kommen frem i 1829, og naar man i Mellemtiden kunde give sig af med at konstruere saa mange besynderlige for ikke at sige latterlige Dampvogne, som i det mindste nogle af dem, vi skulle omtale i næste Kapitel, saa laa Grunden deri, at man dengang nærede nogle ganske aparte forudfattede Meninger om Størrelsen af Gnidningsmodstanden paa Skinneveje. Man gik nemlig uden at gjøre Forsøg derover uden videre ud fra, at denne Modstand var saa ringe, at det vilde være umuligt at opnaa mere end en meget ringe Hastighed, idet man tænkte sig, at Hjulene vilde glide paa Skinnen omtrent lige saa meget, som Vognen vilde løbe frem, hvis den løb som sædvanlig, — man undervurderede altsaa i aller højeste Grad Betydningen af Gnidningsmodstanden mod Skinnerne. Derfor var det for Trevithick og Vivian et betydeligt Afslag i deres Forhaabninger, da de bestemte sig til kun at exploitere deres Projekt paa Minesporvejene, og derfor blev det, de fik istand, igrunden kun anset som noget, man lod sig nøje med, fordi det nu engang ikke kunde være eller vilde blive anderledes. At tænke paa, at der i dette laa en Spire til den storartede Bevægelse, der saa snart kom, det faldt neppe nogen ind, — og derfor udspekulerede man alle de kunstige Apparater, som vi nu gaa over til at beskrive, i Stedet for at tage fat i dem, der laa for, og gjøre yderligere Forsøg med dem.

ANDET KAPITEL.

SPORVEJENE. — TREVITHICK OG VIVIANS DAMPVOGN PAA MERTHYR-TYDVIL SPORVEJEN I SYD-WALES. — BLENKINSOPS LOKOMOTIV MED TANDHJUL. — CHAPMANS KJÆDER. BLACKETT BESTEMMER GNIDNINGSMODSTANDENS STØRRELSE — STEPHENSONS LOKOMOTIVER. — SEGUINS RØRKJEDLER. — UDBLÆSNINGRØRET. — STEPHENSON.

Den Tanke at formindske Gnidningsmodstanden paa en Vej ved at belægge den med Fjæl er saa simpel og frembyder sig saa naturligt, at det vist aldrig kunde falde nogen ind at optegne som noget mærkeligt, at saadant var sket; det er et Kunstgreb, som benyttes af enhver Jordarbejder, der vil spare paa sine Kræfter, og det er den mest dagligdags Sag af Verden. Et Spring er der allerede derfra til at belægge en Vej med to parallelt løbende Rækker Træskinner, men en saadan Udvidelse af Principet maa dog absolut snart have paabudt sig, og det er da ogsaa en Kjendsgjerning, at den Slags Skinneveje ere meget gamle og i mangfoldige Aar have været anvendte i og ved Minerne. De ere først komne i Brug i Omegnen af Newcastle, naar ved man ikke; men det er vist, at de har været der allerede i Slutningen af 17de Aarhundrede, thi en i 1696 udkommen Bog beretter udtrykkelig, „at Transporten foregaar paa Træskinner, der ligge nøjagtig parallele langs hele Vejen, lige fra Minerne til Udskibningsstederne, ... og man opnaar derved en saadan Formindskelse i den nødvendige Trækkekraft, at en Hest kan trække fire, fem Chaldrons (à 7½ dansk Tønde), hvilket giver Ejerne en overordentlig stor Besparelse.“

Fra Newcastle udbredte Brugen af saadanne Skinner sig temmelig hurtig over Durham og Northumberland og derfra videre, og man kom naturligvis ogsaa der til det Resultat, at de store Anlægsomkostninger snart indvandtes igjen ved den Besparelse, Skinnerne gav. Og dog var der med den Slags Veje sandelig forbundet mange Ulemper, hvoraf den ikke var den mindste, at de paa Grund af det hurtige Slid, de led, temmelig ofte maatte fornyes. Dette medførte igjen, at Tværbjælkerne, der holdt dem paa deres Plads, ogsaa hurtig blev ubrugelige, saasom man for at holde samme Sporvidde var nødt til at slaa de nye Skinner fast paa de forriges Plads, hvorved Træet i Tværbjælkerne flossedes op, ikke at tale om, at Hestenes Sko sled overmaade stærkt paa dem. Denne sidste Ulempe overvandt man vel ved at lægge Aske og Kulsmuld over dem, men dette havde saa igjen tilfølge, at Skinnerne, hvergang det regnede, fik et Overtræk, der meget forøgede den Gnidningsmodstand, som det hele gik ud paa at formindske, og som for vaadt Træ allerede løber temmelig betydelig op.

Sliddet traf nu naturligvis igjen mest de Steder, hvor Vejen krummede sig, eller hvor den havde nogen større Skraaning, og dem laa det da nærmest for at søge at udbedre. Man gjorde det ved at lægge et Jernbaand hen over Træskinnerne, og man erkjendte snart, at dette ogsaa virkelig hjalp; derimod fandt man mærkværdig nok endnu i mange Aar ikke paa at udstrække Anvendelsen af Jernbaandene ogsaa til de mindre udsatte Punkter, saa at man i lang Tid ganske almindelig har betjent sig af saadanne jernlappede Træskinner.

Fordelene ved saadanne Jernbaand har imidlertid endelig stillet sig saa klart frem, at man har gjort Springet helt ud og lagt Jern langs hele Sporet; man har altsaa over Bæreskinner, om man tør sige saaledes, der endnu stadig var af Træ, lagt en Slidskinne af Jern. —

Det er først fra 1738 at Skinnerne helt forfærdigedes af Jern, og det til at begynde med endda kun i et meget indskrænket Antal Tilfælde, fordi det var aldeles umuligt at bruge dem, saaalænge man beholdt de gamle Kulkærrer, hvis uhyre Vægt Støbejernet, hvoraf man havde forfærdiget Skinnen, ikke kunde bære. Førend man altsaa havde fundet paa at fordele Byrden paa flere mindre Vogne, før kunde Systemet ikke vinde Indgang. Dette er

først sket henimod 1770, saa det er altsaa først fra den Tid den almindelige Brug af Jernskinner skriver sig. Særlig nævnes William Reynolds som den, der har gjort sig fortjent af at virke derhen til, ligesom det da ogsaa var ham, der støbte Skinnen i en saadan Form, at den paa den yderste Side havde en fremstaaende Kant, som Hjulet laa an imod. Hans Vogne forhindredes derved fra at løbe af Sporet, men dette selv var altid fuldt af Støv og Smuds.

Den Slags Skinner benyttede man da nu indtil 1789, da Jessop fandt paa at lægge den fremspringende Kant over paa Hjulet, saa at det nu blev de to Hjul, der gabede over Skinnerne, medens det før var omvendt. Derved blev Skinnens Form simplere, nemlig slet og ret et Støbejernsbaand, og Snavset fra Vejen samlede sig ikke paa den. Saadanne Skinner brugte man da lige indtil 1811 uden at gjøre nogensomhelst Forandring eller Forbedring ved dem, og navnlig uden at benytte Smedejern i Stedet for Støbejern. Først efterat de forbedrede Tilvirkningsmethoder havde bragt Prisen paa Smedejern saa langt ned, at man kunde overkomme Bekostningerne ved Brugen deraf, først da kunde man nemlig komme til at drage Fordel af dets langt større Styrke og Sejghed end Støbejernets; George Stephenson er den første, der har anvendt det.

Paa den Tid, vi her omtale ɔ: Begyndelsen af dette Aarhundrede, var der altsaa alle Englands Kuldistrikter over et stort Skinnevejsnet, og det var, som vi have set, til Brug paa dette, at Trevithick og Vivian agtede at indføre den Dampvogn, som de fik Patent paa i 1802; der forløb dog imidlertid to Aar, inden de fik den i Gang paa Merthyr-Tydvil Sporene. Den var i Konstruktion den før omtalte Dampdeligence saa lig, at vi ikke her skulle trætte Læseren med en ny Beskrivelse; vi notere blot, forat man kan gjøre sig Begreb om dens Størrelse og Trækkekraft, at Cylinderens Længde var 4 Fod 6 Tommer til et Gjennemsnit af 8 Tommer, og at Maskinen uden at være nødt til at stoppe op for at indtage nyt Vand kunde trække Vogne med 10 Tons (c. 70 Skippund) Last med sig 9 engelske Mil. Hastigheden angives til 5 engelske Mil i Timen, hvorved dog er at bemærke, at man ikke faar noget opgivet om Vejens Heldning, saa at man ikke deraf kan danne sig nogen fuldkommen korrekt Forestilling om, hvad den kunde præstere.

I Patentet havde de to Konstruktører af Hensyn til de fejlagtige Meninger om Gnidningsmodstanden, vi ovenfor have fremsat, foreslaaet, at man, hvis der var Tale om at passere vanskelige Steder, skulle gjøre Hjulets Omkreds ru og ujævn, f. Ex. ved at lade Sømhoveder staa ud fra det, eller ved at forsyne det med Tværriller; ja, hvis det gjaldt at gaa over høje Bakker, saa mente de endog, at man skulde lade Bolte eller Søm springe frem fra Hjulranden, forat de kunde tage fat i Grunden. Det er imidlertid umiddelbart indlysende, at en saadan Maade at rette en Fejl paa, ikke vilde være andet, end at indføre en ny; thi ethvert Fremspring paa Hjulene maatte ikke alene i høj Grad hindre Vognens Fremskriden, men ogsaa beskadige Vejen.

Dog kom som sagt et saadant Forslag frem, og det for at faa Bugt med den rent indbildte Vanskelighed, som Forslagsstillerne formulerede ved at sige, „at Vedhængningen er altfor ringe mellem to plane Overflader til at man ikke skulde være udsat for, at Hjulene gled, og at Bevægelsen fremad rent udeblev.“ De øvrige Mekanikere, der gave sig af med denne Sag, tog igjen dette uden nogensomhelst Kritik, og deraf fulgte atter, at Dampkjørselens endelige Fremkomst blev sat særdeles langt tilbage, saasom Kræfterne forbrugtes til at spekulere over Løsninger, der set intet Værd havde.

En af disse, der skulde gaa ud paa at skaane Vejen for den Beskadigelse, de tidligere foreslaaede Bolte og Søm vilde medføre, skyldtes

Blenkinsop fra Middleton ved Leeds. Den kom frem i 1811, og var, som Fig. 117 viser, baseret paa, at der foruden de sædvanlige Skinner langs hele Banen skulde lægges en Tandstang, hvori et af Maskinen drevet Tandhjul skulde gribe ind og derved føre Vognen frem. De egentlige Vognhjul kom altsaa ikke til at

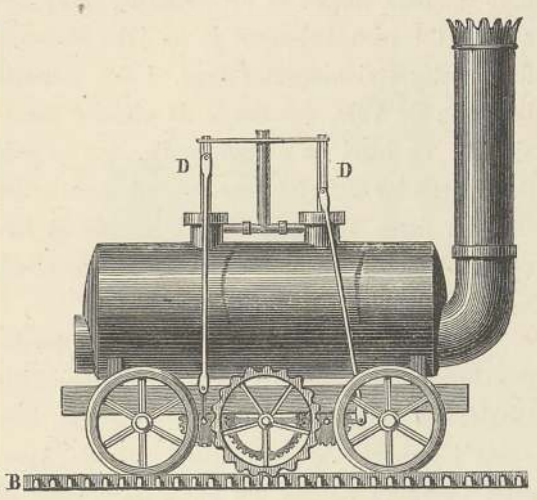


Fig. 117. Blenkinsops Lokomotiv med Tandhjul, 1811.

spille nogen Rolle for Bevægelsen, de vare slet og ret Bærere for Maskinen. Hvorledes Tandhjulet ellers skulde drejes rundt af Plejlstængerne D, det forstaaes umiddelbart af Figuren.

Endskjøndt saadanne Tænder naturligvis i langt højere Grad end attraaet forøgede Modstanden, var dog den Slags Vogne i Brug ved Minerne i mere end en halv Snes Aar.

I 1812 toge Brødrene William og Edward Chapman Patent paa en hel anden Maade at opnaa det samme. Den bestod deri, at der imellem Pæle eller andre faste Punkter paa Midten af Banen blev udspændt en Række Kjæder, som igjen rulledes op om et under Vognens Midte anbragt Hjul; drev Maskinen da dette rundt, saa gik Vognen med. Man halede sig altsaa frem fra den ene Station til den anden og var, hvergang man kom til Enden af den Kjæde, man nu just brugte, nødt til at stoppe op for at lægge den næste om Hjulet, — en yderst trættende og kjedsommelig Fart, der desuden brugte en urimelig Mængde af Kraften til at overvinde den betydelige Gnidning langs Kjæden. Ikke desto mindre blev Systemet ikke alene brugt paa Heatonsporet ved Newcastle, men tjente endog som Model for det første Jernbaneanlæg i Frankrig, det ved Saint-Etienne Minerne.

Var nu end disse to Løsninger i sig selv forunderlige, saa overtraf dog det af Brunton i 1813 foreslaaede Lokomotiv med Ben dem i denne Henseende i meget høj Grad, og er ganske vist det mest aparte Kjøretøj, der nogensinde er bleven udspekuleret. Det skulde skubbes frem af et Slags Bagben, AA Figur 118, paa lignende Maade som en Baad kan stages frem ved en mod Bunden støttet Baadshage. Sagen var nemlig den, at naar Stempelstangen gik tilvenstre, saa skulde den klemme Knæleddet A paa Benet CAB udefter, hvorved dette kom til at rette sig ud, hvilket igjen havde et Modtryk paa Vognen tilfølge, som drev den frem. Saasnart Benet imidlertid var rettet helt ud, havde Laaret CA drejet den lille paa det selv lodretstillede Vægtstang, som ogsaa havde Hvilepunkt i Hofteleddet C, saa langt op,

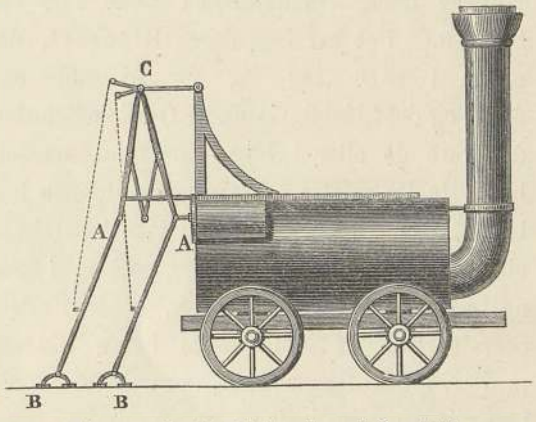


Fig. 118. Bruntons Lokomotiv med Ben, 1813.

at den imellem denne Stangs Endepunkt og Midten af Skinnebenet AB udspændte Snor nu løftede Foden B — der var hængslet fast til Skinnebenet i et Ankelled — op fra Jorden, og samtidig med alt dette havde endelig en

anden Stang, der ved adskillige i Figuren ikke synlige Tandhjulsforbindelser fik en lignende frem- og tilbagegaaende Bevægelse som selve Stempelstangen, bragt det andet Ben med dets Fod i den rette Stilling til at tage fat. Dette skulde da nu begynde at virke, medens det første sattes i ny Positur til at skyde paa og saa fremdeles, — kort sagt, det skulde være som om en mekanisk Mand løb bagved og skubbede paa.

At en saadan Maskine naturligvis aldrig vilde have kunnet komme til at udrette noget ordentligt, selv om den ved Prøve havde vist sig istand til at flytte sig, det ligger jo for nær til at behøve nogen Paavisning; men den kom ikke engang saa vidt, at man fik noget videre at se af den, thi Kjedlen sprang som Følge af de stærke Stød, den fik, og dermed ophørte alle yderligere Forsøg med den Slags Apparater.

Det Øjeblik var imidlertid kommen, da det endelig faldt en alvorlig tænkende Mand ind at tage fat paa de Forsøg, man burde have begyndt med, Forsøgene over Gnidningsmodstandens virkelige Størrelse, eller hvad der er det samme, Størrelsen af den Kraft, hvormed Hjulene under Omdrejningen holde fast ved Skinnen. Det var Ingenieren Blackett, der endnu i 1813 tog sig for at undersøge dette, og det tilfældigvis under Omstændigheder, der vare de aller heldigste for Spørgsmaalets hurtigste Besvarelse. Wylamsporene, som han havde Adgang til, vare nemlig tværtimod hvad ellers var i almindelig Brug forsynede med flade og temmelig brede Jernskinner, medens ellers Størsteparten af Minesporene havde Skinner med elliptisk Gjennemsnit, paa hvilke Vedhængningen naturligvis er meget mindre. Den Vej, han gik, var følgende. Han lod en almindelig Vogn sætte op paa Skinnerne, og bestemte nu den Vægt, Hjulene kunde trække uden at glide; derved fik han Forholdet mellem Vedhængningen og den Vægt, der skulde trækkes, og dette udviste igjen, at Lokomotivernes Vægt var stor nok til at skaffe den nødvendige Vedhængning, selv naar det gjaldt om at trække et betydeligt Antal Vogne, alt dog under den Forudsætning, at Sporets Heldning ikke var synderlig stor, og at det ikke var dækket med Sne.

Derved var trods den antydede Indskrænkning allerede vundet et overordentlig stort Resultat, thi man behøvede jo nu ikke at sørge for kunstig Gnidningsmodstand, i det mindste ikke paa de Veje, der havde de omtalte Egenskaber, og hvad de øvrige angik, saa pegede den indvundne Erfaring hen paa, at man heller ikke for deres Vedkommende behøvede at forøge Gnidningsmodstanden i en saadan Grad, som hidtil antaget.

Aaret 1813 staar da altsaa som det første, der bragte et væsenligt Fremskridt i Spørgsmaalet om Dampkjørselen, og Følgerne kom ogsaa i forbavsende kort Tid; allerede Aaret efter begyndte nemlig det første Lokomotiv at løbe, der kan siges at have arbejdet virkelig fordelagtigt, omend det endnu led af meget store Mangler.

Vi sigte herved til det af George Stephenson konstruerede Lokomotiv, der begyndte sine Farter den 25de Juli 1814 paa Sporvejen ved Killingworthminerne. Det er afbildet i Figur 119 og hvilede, som man ser, paa sex Hjul, der vare saaledes forbundne indbyrdes, at de alle sex samtidig maatte dreje sig rundt. For det første var nemlig hver af de tre Hjulaxler bevægelig, medens de to Hjul, den bar, sad fast paa den, og dernæst sad der paa hver Hjulaxel indenfor de egentlige Vognhjul et Tandhjul, som løb rundt sammen med Vognhjulet. Over de to Systemer af tre Tandhjul paa hver Side var endelig lagt en Kjæde uden Ende, som koblede alle tre Par sammen, og alt dette bevirkede da en fuldkommen Samtidighed i Omdrejningerne, der betydelig forøgede Vedhængningen. Selve Bevægelsen udgik fra de to Cylindre H, H, hvis Stempelstænger formedelst

Kulisser holdtes i retliniet Gang op og ned; et Par Plejlstænger, som af Hensyn til at Figuren skulde vise Kjedlens Gjennemsnit, ikke ere at se i Tegningen, overførte igjen denne Bevægelse paa to Krumtappe, en ved hvert af de to yderste Hjul, og stillede under ret Vinkel indbyrdes, saa at den ene altid virkede paa gunstigste Maade, naar den anden var i sit døde Punkt.

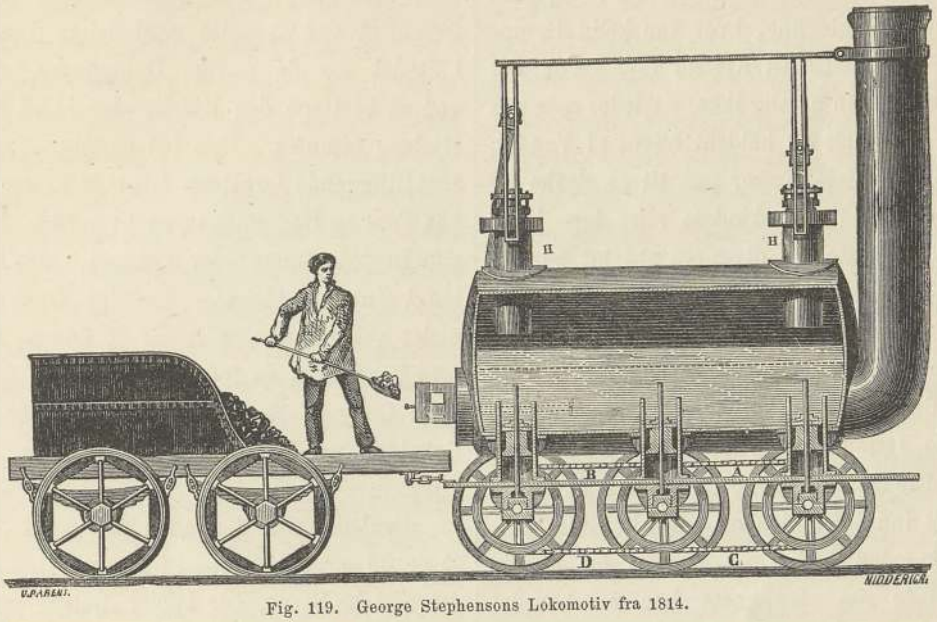


Fig. 119. George Stephensons Lokomotiv fra 1814.

Kjedlen paa denne første Stephensonske Dampvogn er særskilt afbildet i Figur 120; Fyrstedet laa inde i den og optog omtrent to Trediedele af dens Længde. Ildkanalen havde ligesom Kjedlen selv en fuldkommen cylindrisk Form; dens Gjennemsnit var 18 Tommer, Kjedlens 5 Fod 9 Tommer paa 7 Fod 2 Tommers Længde.

En Mærkelighed ved hele Anordningen var den Maade, hvorpaa denne Kjedel var hængt op. Den hvilede nemlig saa at sige paa sex Dampfjedre, idet der igjennem dens Bund var indsat sex Rør (se Fig. 119, der viser de tre), som igjen damptæt omsluttede sex til Vognen fastskruede Stempler. Paa Grund af Damptrykket paa Vandet og dettes Tryk igjen paa Stemplerne, maatte altsaa Kjedlen løftes, naar Dampspændingen naaede en vis Størrelse, og saalænge den dertil fornødne Spænding vedligeholdtes, hang Kjedlen da i en spændig Ophængning, men faldt naturligvis ned paa Vognen igjen, saasnart dette Minimum blev overskredet.

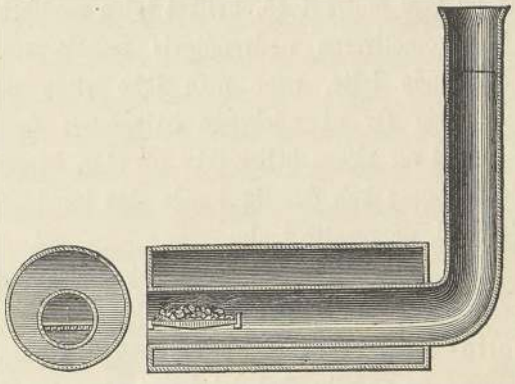


Fig. 120. Kjedlen i Stephensons Lokomotiv.

Saaledes var da altsaa det Lokomotiv indrettet, der, som vi alt have omtalt, er det første, der nogensinde har løbet paa Smedejernsskinner. Det havde mange Ufuldkommenheder, det er vist, og man vil maaske forundres derover, naar man betænker alle de Forbedringer, Dampmaskinen alt havde faaet paa den

Tid — man erindre, at dette er samtidig med Dampsejladsens Fremkomst i Europa, altsaa paa 7de Aar efter Fultons første Fart —; men man maa ikke glemme, hvor vanskelig Dampkraftens Anvendelse til Kjørsel var. For det første kunde man nemlig ikke, saaledes som paa Skibene, der helt og holdent bæres af Vandet, lægge større Metalmasser paa til at styrke og befæste de enkelte Maskindele eller tage imod de Stød og Rystelser, disse ere absolut udsatte for, og for det andet var den Kraft, man kunde raade over, overmaade begrændset; thi den var afhængig af Kjedlens Dimensioner eller vel rettere dens Ildpaavirkningsflade, saasom den udviklede Dampmængde er proportional med denne. Stephenson havde nu vel ved at lægge Fyrstedet ind i Kjedlen og paa alle Sider omgive Ildkanalen med Vand, sørget for at faa denne Flade saa stor, som han overhovedet kunde; men endnu var den udviklede Dampmængde kun ringe, og Maskinens Kraft følgelig alt andet end betydelig. Dertil kom saa endelig, at de Skinner, man dengang brugte, kun vejede en 16—20 Pd. pr. løbende Fod, medens de nu veje omtrent 45, hvilket igjen medførte, at Lokomotiverne nødvendigvis maatte være nogenlunde lette, naar man ikke vilde udsætte sig for at ødelægge Skinnerne; deres Soliditet var altsaa heller ikke ret stor, hvorfor de da ogsaa kun daarlig kunde staa imod alle de Stød, de maatte taale.

Et Lokomotiv skal være let for ikke at beskadige Skinnerne; samtidig skal det være solidt for ikke at fordre for mange Reparationer, og endelig skal det have stor Kraft for at kunne trække noget; men alt dette er Egenskaber, som man paa den Tid var aldeles ude af Stand til at skaffe tilveje.

Tid efter anden anbragtes der nu forskjellige Forbedringer paa dette Lokomotiv, dels af Stephenson alene, dels af ham og andre Mekanikere i Forening. Sammen med Losh fandt han saaledes paa at fordele Byrden paa 8 Hjul for derved at gjøre Trykket paa Skinnerne mindre, og senere, i 1815, ændrede han sammen med Dodd hele Indretningen, først og fremmest ved at sætte almindelige Staalfjedre i Stedet for de forrige Dampfjedre, dernæst ved at borttage den Kjæde, der hidtil koblede Hjulene sammen. Han lod nemlig nu en horizontaltliggende Jernstang forbinde Krumtappene paa For- og Baghjulene paa hver Side, hvorved ganske det samme blev opnaaet, men paa en langt simplere Maade. Endelig fandt de paa under selve Kjørselen stadig at forsyne Kjedlen med Vand, idet de lod en Trykpumpe, der blev sat i Gang af Maskinen selv, øse Vand fra en Beholder paa Bivognen, Tenderen, ind i Kjedlen.

Saaledes som Lokomotivet da nu kom til at se ud, er det afbildet i Figur 121. DD er den omtalte Stang, der kobler Hjulene sammen;

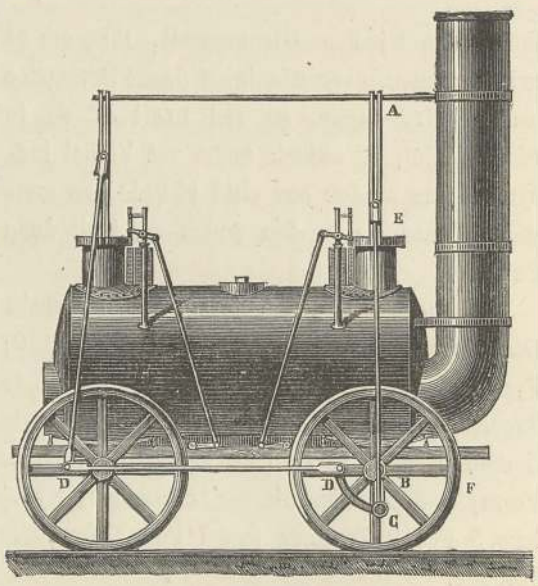


Fig. 121. Stephenson og Dodds Lokomotiv fra 1815.

Stempelstangen, der holdes i retliniet Gang af Kulissen A, overfører ved Plejlstangen E C Bevægelsen paa Krumtappen C paa Hjulet F, og idet de to Krumtappe danne rette Vinkler med hinanden, indser man, at Bevægelsen fremad maa foregaa jevnt. C D er et Stykke Jern, der for at styrke den Hjulege, som bærer

Krumtappen, forbinder de to Hjuleger D B og BC. Ved Excentriker paa Hjulaxlerne kom endvidere de to midt paa Figuren angivne Vægtstænger til i rette Tid at aabne og lukke for Damptilstrømningen.

Saadanne Lokomotiver gjorde nu i en halv Snes Aar Tjeneste paa Killingworthbanen; senere kom de ogsaa i Gang paa Darlington-Stockton Sporene, der bleve tagne i Brug 1825 og oprindelig vare bestemte til udelukkende at være Hestebaner. De vare anlagte for Kultransportens Skyld, men det varede ikke længe, inden Brugen af det nye Lokomotiv medførte, at man ogsaa oprettede en Passagertransport paa dem, saa store Fortrin tilskrev man det.

Og dog, var alt, hvad dette Lokomotiv kunde udrette, kun af meget ringe Betydning i Sammenligning med hvad de følgende Aar bragte, og det var saa himmelvidt forskjelligt fra, hvad vi nu forbinde med Begrebet Jernbanetrafik, at man vel maa vogte sig for at overføre vore Synspunkter og vore Fordringer paa hvad der der forelaa. Trainene gik med en overordentlig Langsomhed — fire Timer om de fire Mil mellem Brusselton og Stockton, og 5 Timer om Hjemturen som Følge af en ringe Skraaning mellem de to Punkter; men det er det samme, der forelaa dog alt saameget, at man med virkelig Fordel kunde sende Kul- og andre Varetransporter med Togene fremfor med Vogn, der forelaa et brugbart System at gaa ud fra, saa maatte Spekulationen eller Tilfældet, hvad det nu kunde blive, levere Resten.

Det blev Spekulationen, det blev et Produkt af omhyggelige Overvejelser, der bragte den Tryllestav, der med et eneste Slag gav Trainene en Hastighed, man Aaret iforvejen vilde have holdt for umulig, og Midlet var en simpel Modifikation af Kjedlerne, en Udvidelse af det Princip, man alt havde benyttet i længere Tid ved de stationære Maskiner, at skaffe en større Ildpaavirkningsflade ved Benyttelsen af Kanaler.

Den nye Forbedring kom denne Gang fra Frankrig, fra Marc Séguin, — en Neveu af Montgolfier — som i Egenskab af Direktør for St. Etiennebanen var kommen til at give sig af med Sagen.

Som det nemlig vil erindres, var St. Etiennebanen anlagt efter og udtrykkelig baseret paa Brødrene Chapmanns System, det vil sige, Lokomotiverne halede sig frem ved Hjælp af Snorløb; men det forstaar sig, at enhver Forbedring derfor ikke var banlyst, tværtimod, alt hvad der fremkom, fulgte man med i, og for ret at kunne undersøge selv forskrev man de Lokomotiver fra England, der lovede noget. Det Kompagni, der ejede Banen, havde da nu i 1828 kjøbt to af Stephensons Lokomotiver, et til Underøgelse af Maskinkonstruktøren Hallette i Arras, et andet til Model for dem, som Séguin skulde lade bygge i Lyon til Tjeneste paa Banen, og det er fra Prøverne med dette sidste, at Tanken om Modifikationer i Kjedlens Indretning paatvang sig ham. Forsøgene gav nemlig som Middelværdi for Hastigheden kun 3 Fjerdingvej i Timen, et Resultat, der strax stillede sig for ham som utilfredsstillende.

Fejlen laa i Kjedlen, indsaa han, idet dens Ildpaavirkningsflade var altfor lille. En Maskines Kraft afhænger jo nemlig af den Mængde Damp, den kan producere i given Tid, og denne Mængde er igjen proportional med Ildpaavirkningsfladen; skal der altsaa være Tale om en stor Hastighed, hvilket igjen medfører et stort Forbrug af Damp, saa maa der nødvendigvis skaffes en stærk Dampudvikling tilveje, men det kunde den Stephensonske Kjedel aldeles ikke levere.

Nu paatog Séguin sig da at konstruere en ny og bedre Kjedel, og det lykkedes for ham saa fuldstændigt, som han vel kunde ønske sig. Han lagde nemlig et betydeligt Antal snevre Jernrør ind i Kjedlen, saaledes at Røgen og den varme Luft fra Ildstedet kom til at stryge igjennem dem, inden de naaede Skorstenen; derved for-

øgedes Ildpaavirkningsfladen i en overordentlig Grad, og den hede Luft bragte i meget kort Tid en stor Mængde Vand til at fordampe, kort sagt, Problemet var løst. Patentet er fra Februar 1828.

De første Rørkjedler, som man da kalder dem, indeholdt ikke mindre end 43 saadanne Rør; siden er man gaaet endnu videre, til 65, 100 jå endog 170. Det fortjener at fremhæves, at den første Prøve med saadanne Kjedler ikke skete paa noget Lokomotiv, men paa en Dampbaad, hvormed han laa og sejlede paa Rhônen. Der var dog rigtignok trods det, at Hovedsagen nu var gjort, en Vanskelighed tilbage at overvinde, nemlig med Hensyn til Trækken igjennem Ildstedet og alle disse mange Rør. Jo flere Rør, der nemlig blev brugt, desto vanskeligere trak det naturligvis, og denne Vanskelighed kunde selvfølgelig ikke som ellers fjernes ved en høj Skorsten, thi Lokomotivet maa nødvendigvis baade af Hensyn til dets egen Ligevægt og til fri Passage under Broer o. s. v. have en endog meget lav Skorsten. Séguin maatte altsaa sørge for en kunstig Træk, det gjaldt blot, hvilken Methode han vilde vælge dertil. Han valgte en Ventilator, en Centrifugalblæser, som han gav Plads først under Ildstedet, siden oppe i Skorstenen; Maskinen selv maatte naturligvis trække den.

Ventilatoren, som han endog særskilt sikkrede sig Patentret paa, kom imidlertid aldrig til at spille nogen Rolle, thi allerede overmaade kort Tid efter, at alt dette kom frem, foreslog Stephenson en ganske anderledes brugbar og hensigtsmæssig Maade at opnaa det samme Resultat, nemlig at kaste Spildedampen ovenud af Skorstenen gjennem det saakaldte Udblæsningsrør. Derved suges nemlig frisk Luft ind nedenfra igjennem Ildstedet og alle Rørene, og det med en Kraft, som giver en meget betydelig Træk.

Ideen var ikke Stephensons, forsaavidt som et saadant Middel til Trækkens Forøgelse længe havde været kjendt, men Anvendelsen her skyldes uomtvisteligt ham. Hvem der fra først af har fundet paa det, lader sig ikke bestemt afgjøre, det gaar med det som med Dampmaskinen selv, at der findes en Række af Løsninger, der hænge mer eller mindre sammen med Sagen, og udaf hvilke man ikke kan tage en bestemt og stille frem, som den første. Dette her var en gammel Historie, der nu imidlertid kom op igjen, omtrent samtidig fra i det mindste to til foruden Stephenson, nemlig Hackworth og Pelletan, men aldeles bestemt først praktisk anvendt af Stephenson, der med Rørkjedlen og Udblæsningsrøret i Hænde blev den, der definitivt løste Problemet om de store Hastigheder.

George Stephenson var født i Wylam nærved Newcastle-upon-Tyne den 9de Juni 1781; hans Fader var Fyrbøder ved en af Minepumperne der i Egnen og levede i saa trange Kaar, at Drengen allerede i en meget ung Alder maatte ud som Kvæghyrde for at tjene Føden. Senere blev han sat til at fyre under en Maskine, og det er fra den Tid, at hans Interesse for al Slags Maskinvæsen vaagnede. Der fortælles, at han imellem hver Gang, han kastede Kul under Kjedlen, sad og saa paa Maskinen og spekulerede over, hvorledes den dog kunde gaa, og han skal uden andre Oplysninger end dem, der faldt af ved Samtale med de andre Arbejdere, virkelig have formaaet at sætte sig saadan ind i dens Mekanisme, at han endnu som ren Dreng turde paatage sig alene at skille den ad og sætte den sammen igjen, naar den trængte til at gjøres ren. Senere har han lagt sig efter at dreje og smede, saa at han avancerede til endog at kunne reparere de enkelte Maskindele, naar det gjordes fornødent.

Flittig og flink har han da altsaa været, og man har erkjendt, at han var dygtig, thi man foretrak ham lidt efter lidt fremfor andre, naar det gjaldt at faa Reparationer udførte. Derved har han igjen faaet ikke blot Formæn-

denes men ogsaa Ejernes Opmærksomhed henledet paa sig, og dette affødte saa kort sagt, at man gradvis lod ham avancere, først til Maskinmester, siden til Formand, ja endelig endog til Overopsynsmand ved de Lord Ravensworth tilhørende betydelige Kulværker.

Imidlertid havde han giftet sig, og hans Ægteskab var bleven velsignet med en Søn, Robert, født 1803 i Wilmington. Denne Dreng var Faderens Øjesten, Gjenstanden for alle hans Forhaabninger; den Skole han selv havde gaaet igjennem, havde — det erkjendte han tilfulde — udviklet ham kraftigt, men den havde været baade haard og langvarig, og han havde mangfoldige Gange følt, at Manglen paa ordenlige Kundskaber havde gjort den endnu mere trang, end den ellers vilde have været. Derfor besluttede han, at Sønnen skulde skaffes al den Undervisning, han formaaede at give ham, for at Vejen kunde blive ham lettere, og derfor sled og slæbte han endog i den Grad, at han sad oppe om Natten og gjorde Uhre rene for Folk, — altsammen for at skaffe Midler til at holde Lærere til sin Søn.

Drengen var lærvillig, og Faderen havde Glæde af ham, og passede han selv med Iver sine Forretninger, saa passede Sønnen med ikke mindre Iver sine Bøger. Saaledes gik da Aarene, og begge voxede, George Stephenson i Indflydelse og Velstand, Sønnen i Kundskaber og Dygtighed. Han kom til Universitetet i Edinburgh og fuldendte der sin theoretiske Uddannelse, — Praxis kunde han faa nok af hjemme, især efterat Faderen havde anlagt Darlington-Stockton Banen og senere var bleven Direktør ved Manchester-Liverpool Jernbanen. Saa slog de sig sammen, og man kan let tænke sig, at der ud af et Kompagniskab, som det mellem de to, maatte komme noget ualmindeligt.

Det varede i Virkeligheden heller ikke længe, førend man saa Frugten af deres Samarbejden, Raketten, det berømte Lokomotiv, der, hvad siden udførligt skal fortælles, sejrede over de andre ved Konkurrencen, og som blev det første Lokomotiv, der drog den fulde Fordel af Rørkjedlerne og Udblæsningsrøret, og hvis Konstruktion endnu bestandig i Hovedsagen følges. Her bemærke vi blot, at de fra den Tid begge steg baade i Anseelse og Velstand, og hvad først særlig angaar Faderen, der i 1848 endte sit daadrige Liv som Ejer af store Kul- og Jernværker ved Chesterfield, da anerkjendte hans Landsmænd i fuldt Maal de store Fortjenester, han havde indlagt sig af Industrien, blandt andet ved at opkalde den store Jernbanebro over Tyne efter ham og pryde den med hans Statue.

Robert Stephenson var ikke blot den første, men ogsaa den mest betydelige Jernbaneingeniør, England har ejet. Hans Navn er knyttet til Anlægget af talrige Jernbanelinier baade i hans Fædreland og i de fleste andre Lande, saavel i Europa som i Asien og Afrika. Sin største Berømmelse vandt han dog uomtvisteligt ved Bygningen af den store Rørbro over Menaistrædet, Brittaniabroen, til hvilken han udkastede Planen sammen med Fairbairn, men for hvis Udførelse Æren dog især tilkommer ham. Fra 1847 var han Parlamentsmedlem for Whitby og 1850 Medlem af Kommissionen for den store Industriudstilling i London; han døde 1859.

Hvorledes nu disse to Mænd kom til helt at omskabe Jernbanetrafiken, skal være Gjenstand for næste Kapitel.

TREDIE KAPITEL.

ANLÆGET AF JERNBANEN MELLEM LIVERPOOL OG MANCHESTER. — KONKURRENCEN I LIVERPOOL. — ROBERT STEPHENSONS LOKOMOTIV RAKETTEN. — DE ENGELSKE JERNBANELINIERS OPKOMST OG SENERE UDVIKLING.

Det er Liverpool-Manchester Banen, som har givet Anledning til Jernbanernes sidste Opsving; nogle Ord om den og dens Tilblivelsesmaade ville derfor være paa rette Plads her.

Vi begynde med at aftrykke en Bekjendtgjørelse fra 1703 om Forbindelsen mellem

London og York; man vil af den faa det rette Blik for, hvorledes Tilstanden dengang var.

Det var en Plakat, som var slaaet op paa en af Murene i City, og dens Indhold var følgende:

„Fra den 18de April 1703 at regne ville de Passagerer, der agte at rejse fra London til York, eller fra York til London, behage at henvende sig i Hotel: Den sorte Svane, Holborn, London, eller i Cockney-Street, York; de ville der finde en Deligence, som afgaar Mandag, Onsdag og Fredag, og fuldfører hele Rejsen i fire Dage, om Gud vil."

Fire Dage altsaa for at tilbagelægge en Vej paa en fyrretyve Mil, — den nuværende Generation forstaar neppe, at det kunde vare saa længe.

Andre Steder gik det ikke bedre, og Aarene bragte i lang Tid intet Fremskridt. Vi kunne saaledes anføre, at Posten mellem Edinburgh og Glasgow i 1750 brugte halvanden Dag om den halv Snes Mil, der adskiller de to Byer, at der endnu i 1763 kun gik en Vogn mellem Edinburgh og London, som brugte fjorten Dage om den Tur, — og om den Rute endelig, der her nærmest interesserer os, foreligger der fra Slutningen af Aarhundredet en Skildring af den bekjendte Arthur Young, der blandt andet indeholder følgende Hjertesuk om hans Lidelser.

„Jeg kan ikke finde Ord til at beskrive denne Helvedes Tur, og jeg raader alvorlig de Rejsende, hvis onde Stjerne fører dem hen paa den Kant, til at gjøre alt, hvad de kunne for at undgaa denne forbandede Rejse; thi man kan vædde tusinde mod en paa, at de brække Halsen eller i det mindste faa en Arm eller et Ben slaaede i Stykker. For hvert Skridt træffe de Huller paa flere Fods Dybde, der selv om Sommeren ere fyldte med Skarn; hvordan Tilstanden da maa være om Vinteren, det overlader jeg enhver at tænke sig. Det eneste, man kan gjøre ligeoverfor disse Huller eller rettere Faldgruber, er at kaste store Sten i dem, men det medfører kun, at ens Kjøretøj skumpes og stødes ganske forfærdeligt. Hvad min Vogn angaar, saa har jeg tre Gange faaet den sønderslaaet paa disse atten (engelske) Mil, sørgelig Ihukommelse."

Man kan nu let tænke sig, hvilke Hindringer en saadan Tilstand maatte lægge for Handelen. Det var jo ikke gjort med, at Transporterne foregik med yderste Langsomhed, Følgen var endnu værre, nemlig at Fragten havde en Højde, der gjorde, at det kun betalte sig at forsende saadanne Varer, som vejede lidt, men kostede meget. Exempelvis kan saaledes anføres, at Fragten pr. Ton beløb sig til en 16—18 Daler, en urimelig Højde, der selvfølgelig medførte, at den Slags Ting som Jern, Kul o. s. v. aldeles ikke kunde afsættes udenfor Produktionsstedet, naar dette vel at mærke ikke laa saaledes, at de kunde forsendes søværts. Derfor laa da ogsaa store Lejer ubenyttede hen aldeles uden Værdi.

Dette var f. Ex. Tilfældet med de udstrakte Kullejer, som Hertugen af Bridgewater ejede i Nærheden af Manchester; det kunde ikke paa nogen Maade betale sig at bryde dem, thi man kunde ikke blive af med Produkterne. Hertugen var imidlertid en energisk og driftig ung Mand, der tilfulde indsaa, hvor overordenlig stor en Fordel, han vilde kunne faa, hvis det paa nogen Maade var ham muligt at skaffe sig Adgang til Søen, og han var dertil en Mand, der ikke var bange for at vove noget paa et stort Foretagende. Han besluttede sig da til at lade en Kanal grave, og da Beslutningen først var taget, kom Udførelsen hurtig efter. 1758 blev der taget fat under Ledelse af den berømte Vandbygningsmester James Brindley, og 1772 var Kanalen færdig, anlagt fra Minerne ved Worsleywill over Floderne Mersey og Irwell samt gjennem flere Tunneler forbi Manchester til Liverpool.

Hvor stor en Indtægt, dette betydelige Foretagende, det første i England af den Art,

ydede sin Ejermand, kan sluttes af den Iver, hvormed han senere tog fat paa den anden store Kanal, han anlagde, den mellem Hull og Liverpool, der altsaa kom til at forbinde Nordsøen med det irske Hav. Som mere positiv Opgivelse kan ogsaa tjene, at den, trods Konkurrencen med Jernbanelinierne, skal have givet dens senere Besidder, Marquien af Stafford, en Indtægt af 200,000 £ om Aaret.

Isen var derved brudt, og som det var at vente smittede Exemplet. Talrige Opfordringer rettedes fra Mineejernes Side til Kapitalisterne om at sætte deres Penge i lignende Foretagender, og Lysten dertil og Udbyttet deraf var saa stort, at der ikke forløb ret mange Aar, førend Grundtrækkene af det store Kanalnet, der nu bedækker England, vare dragne.

Et mægtigt Røre kom altsaa, et Liv og en Virksomhed, som man aldrig før havde set. Men man maa dog ikke tro, at Fragterne derfor gjennemgaaende faldt hverken meget betydeligt eller meget pludseligt; Beløbene gik kun ind i andre Kasser, nu var det Kanalejerne, der toge Fortjenesten, før havde Regjeringen taget den i Form af Bompenge og Bropenge paa de Veje, den havde forbedret. Enhver Konkurrence med Kanalerne var absolut umulig, og derfor behøvede Ejerne ikke at søge Monopoler, fordi de ikke havde nødig at være bange for, at Trafiken skulde gaa en anden Vej. Derfor kunde de holde, og derfor holdt de endnu stadig Priserne i overdrevne Højder, og det hjalp ikke, at Regjeringen, i Haab om ved Konkurrencen at sætte en ordenlig, af den selv bestemt, Tarif igjennem, fik nye Kompagnier oprettede med Monopol paa Kanaldrift. Tilstanden blev derfor ikke bedre, thi den fælles Interesse bragte de gamle og de nye Kompagnier til at slutte sig sammen, saa at Forretningen nu saa at sige samledes paa en Haand, der kun endnu mere umuliggjorde ethvert Forsøg paa Rivalisering. Priserne holdt sig altsaa saa høje, som man paa nogen Maade kunde skrue dem op.

Det var et forfærdeligt Tryk paa Handelen; men den bar det, og Kjøbmændene taalte det uden Forsøg paa Modstand, dels fordi der dog altid var vundet noget imod forhen, og dels fordi en Kjøbmand, om Fragterne saa ere nok saa høje, dog hellere betaler dem, end lader sine Varer ligge i Pakhusene.

Men hvad man ikke kunde taale med samme Langmodighed, det var den Skjødesløshed, der lidt efter lidt indsneg sig i Driften. Det gik jo nemlig naturligvis her, som de fleste andre Steder, hvor Konkurrence er udelukket, at de, som sad inde med Fortjenesterne, og som vidste, at man ikke kunde undvære dem, at de ikke alene negligerede deres Kunder men endog hundsede dem, naar de kom med Klager. Det hverken kunde eller vilde Kjøbmændene finde sig i, og derfor begyndte de for Alvor at drøfte det Spørgsmaal, hvorledes de skulde afkaste Aaget.

Begyndelsen skete med at man indgav Petitioner til Parlamentet, først enkeltvis, senere flere og flere; men Parlamentet tog sig kun daarligt af Sagen, det rørte sig ikke, endskjøndt der stadig meddeltes det Klager og meget graverende Oplysninger om Forholdene; vi skulle saaledes anføre, at en af Meddelelserne paaviste ikke et men mange Tilfælde, hvori Bomuldsballerne, der vare komne fra Amerika og ikke havde brugt mere end tre Uger om den Tur, havde været indtil 6 Uger om at gaa fra Liverpool til Manchester, en Strækning af en halv Snes Mil.

Dette var utaaleligt, og man vilde ikke finde sig deri. Saa gav man sig da til at holde en Række Meetings rundt omkring i de forskjellige Byer i den Hensigt selv at tage Sagen i Haand, og Resultatet blev, at man paa et meget talrig besøgt og meget stormende Møde i Liverpool den 20de Maj 1826 vedtog at organisere et Kompagni, som skulde anlægge en Jernvej mellem denne By og Manchester, som Konkurrent med de tre Kanaler, der nu alt fandtes der.

Kanalkompagnierne rasede naturligvis ligeoverfor alt dette og søgte paa enhver mulig Maade at forhindre Planens Realisation, først og fremmest ved at nedsætte Taxterne; men nu var det for sent. Nu hjalp alle deres Anstrængelser ikke, den offenlige Mening var altfor meget imod dem, til at de nu kunde afvende Stormen; det eneste, der lykkedes dem, var at faa Sagen trukket i Langdrag til heni 1828, da Bevillingen paa Banen blev givet.

Meningen var foreløbig kun at oprette en Godstransport; Passagertjeneste tænkte ingen paa, den var ogsaa forsvindende ligeoverfor Spørgsmaalet om Varebefordringen, der imellem den første Losseplads for oversøiske Skibe og den store Fabriksby var og er overordenlig betydelig.

Man tog da fat paa Arbejdet, og det stod ikke længe paa, thi allerede først i 1829 var man saa vidt, at man kunde begynde at tænke paa at vælge Befordringsmidlet — ja det lyder noget forunderligt, men det var dog saaledes, man tog fat paa Banen, længe førend der var taget Beslutning om Driftsmaaden. Men her kom en Vanskelighed, hvilken Befordring skulde man vælge? Man havde tre Udveje: Hestekraft, faststaaende Dampmaskiner til ved Kjæder at hale Vognene hen ad Banen, og Dampvogne; hvilhet var nu det fordelagtigste?

Man kom for Hestekraftens Vedkommende snart til det Resultat, at den aldeles ikke kunde betale sig; mellem de to andre Midler derimod var Valget ikke saa let, — Entreprenørerne selv turde ikke afgive nogen Mening derom, de vare ikke Teknikere. Saa fandt man da paa at udsende fire af de mest bekjendte Ingeniører, Stephenson, Lock, Walker og Rastrick, forat de rundt om paa de allerede tilstedeværende Baner kunde anstille Sammenligninger mellem de omspurgte Transportmidler, bestemme hvad hver af dem kunde yde, og hvad hver af dem kunde koste at sætte i Gang.

Resultatet af denne Undersøgelse blev, at Anlægget af en Række faststaaende Dampmaskiner vilde være mere bekostelig (121000 £) end Anskaffelsen af en lige saa stor Kraft under Form af Dampvogne (58000 £), at de aarlige Vedligeholdelsesomkostninger ligeledes vilde stille sig dyrere for faste Dampmaskiner (42000 £ mod 25000 £), og endelig at Uheld og Standsninger vare meget mere at befrygte for de faste Maskiners Vedkommende end for Lokomotiverne. „Systemet med faste Maskiner ligner nemlig", hed det i Betænkningen, „en Kjæde, der strækker sig fra Liverpool til Manchester, og springer et Led i den, saa er det hele i Uorden; det andet kan derimod lignes ved en hel Del smaa Kjæder, som ikke ere forbundne", — og det følger af sig selv, at kommer en af dem i Uorden, saa lide de andre intet derved, Tabet er altsaa let at erstatte.

Entreprenørerne holdt sig til Indstillingen og valgte altsaa Dampvogne; men nu kom det Spørgsmaal, efter hvilken Model skulde man lade sine Vogne bygge. Der var atter en Vanskelighed, men man kom dog efter Forslag af en af Direktørerne, Harrison, ud af den, idet man, besluttede sig til at indbyde Konstruktørerne til en offenlig Konkurrence; den, som sejrede, skulde til Belønning have 500 £ og desuden have Leverancen af hele Materielet. Til Gjengjæld skulde saa hans Dampvogne igjen opfylde visse Betingelser — bekjendtgjorte den 20de April 1829, — af hvilke de vigtigste vare følgende: For en Maskine paa sex Hjul maatte Vægten ikke overstige sex Tons; den skulde paa en horizontal Bane kunne løbe mindst to engelske Mil i Timen med en Last af 20 Tons, deri indbefattet Vægten af Forsyningsvand og Brændsel; vejede den mindre, kunde Lasten reduceres i Forhold til den mindre Vægt. — Et Lokomotiv paa fire Hjul maatte højst veje 4½ Tons. — Det skulde hvile paa Fjedre. — Det maatte ikke være mere end 15 Fod højt. — Maximum af Damptryk skulde være 50 Pund paa Kvadrattommen. — Prisen maatte ikke overstige

550 £. — Den 6te Oktober 1829 skulde Prøverne aflægges for Rastrick fra Stourbridge, Kennedy fra Manchester og Nicolas Wood fra Killingworth som Dommere.

Konstruktørerne tog da nu fat og til bestemt Tid vare de færdige. Der mødte fem: Stephenson med Rocket, Hackworth med Sanspareil og Braithwaite og Ericsson med Novelty; desuden Burstal og Brandreth hver med en Vogn, men de kom ikke til at deltage i Prøven, den første, fordi hans Maskine baade mødte i beskadiget Tilstand og tilmed ikke havde holdt sig til Programmet, den anden, fordi hans Vogn var en almindelig Sporvogn til at trækkes af Heste, altsaa aldeles udenfor Præmieæskning.

Banen, som var lagt ud til Prøven, var en meget nær horizontal Linie ved Raushill mellem Manchester og Liverpool, omtrent to engelske Mil lang. Da man i Programmet ikke havde fastsat noget om selve Løbene, vedtog man nu følgende:

Før Prøven skulde hver af Kjedlerne fyldes med koldt Vand, og Totalvægten af den saaledes forberedte Maskine bestemmes; Lasten sbulde være det tredobbelte af denne Vægt. — Brændselet skulde regnes med til Lasten og leveres gratis i saa stor Mængde, som enhver af Konkurrenterne ansaa for nødvendigt. — Maskinen skulde ved Haandkraft bringes hen til Afløbsstedet; først derfra maatte den benytte sin Damp. — Enhver af Vognene skulde 10 Gange løbe frem og tilbage mellem de afstukne Maal; derved kom de til at tilbagelægge en Vej, der svarede til Afstanden mellem Liverpool og Manchester. — For at bestemme Hastigheden skulde en af Dommerne tage Plads ved hvert af Maalene, hvis Distance ansattes til halvanden engelske Mil; han skulde saa nøjagtig som muligt notere det Øjeblik, Vognen passerede Maalet.

Vi maa endnu tilføje, at alle Vognene undtagen Novelty vare mødte nogle Dage før selve Væddekjørselsdagen, og at man i den Tid lod dem løbe frem og tilbage, ganske ligesom man ved Hestevæddeløbene trainerer Hestene.

Den første Vogn, der kjørte frem til Kampen, var den af George og Robert Stephenson konstruerede, der viste sig at svare til sit Navn Raketten (the Rocket), og om hvilken de vedføjede Tegninger, der ere tagne fra Woods Bog, give nærmere Oplysninger. Figur 122 viser et Gjennemsnit af dens Kjedel, eller rettere to Kjedler forsaavidt som den bestod af to særskilte Rum, det ene, D Figur 123, en sex Fod lang og tre Fod bred Cylinder med flade Endestykker, det andet, M N Figur 123, et firkantet Kammer paa omtrent tre Fods Længde og noget større Højde, der, som Figur 122 udviser, dannedes af to Jernkasser med tre Tommers Mellemrum; inden i denne sidste laa Ristestængerne. Det er da saaledes at forstaa, at naar Hovedkjedlen fyldtes med Vand til den rette Højde, saa løb noget af dette gjennem det Rør, der i Fig. 123 sees at forbinde de to Rum — tilvenstre for Linien M N — over i Mellemrummet mellem de to omtalte Jernkasser, saa at hele Ildstedet var omgivet med Vand. Fyrede man nu paa, saa gik Røgen og den varme Luft bort til Skorstenen gjennem de 25 i Hovedkjedlen anbragte Rør, og den udviklede Damp samlede sig øverst i begge Kjedelrum, hvis Overdele ogsaa vare forbundne, nemlig ved et i Figur 123 ikke synligt Rør bag A. Ristens Overflade var 6 Kvadratfod, Overfladen af Ildstedet 20 Kvadratfod, den samlede Overflade af alle Rørene 118 Kvadratfod.

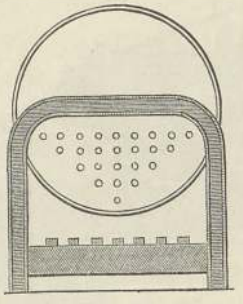
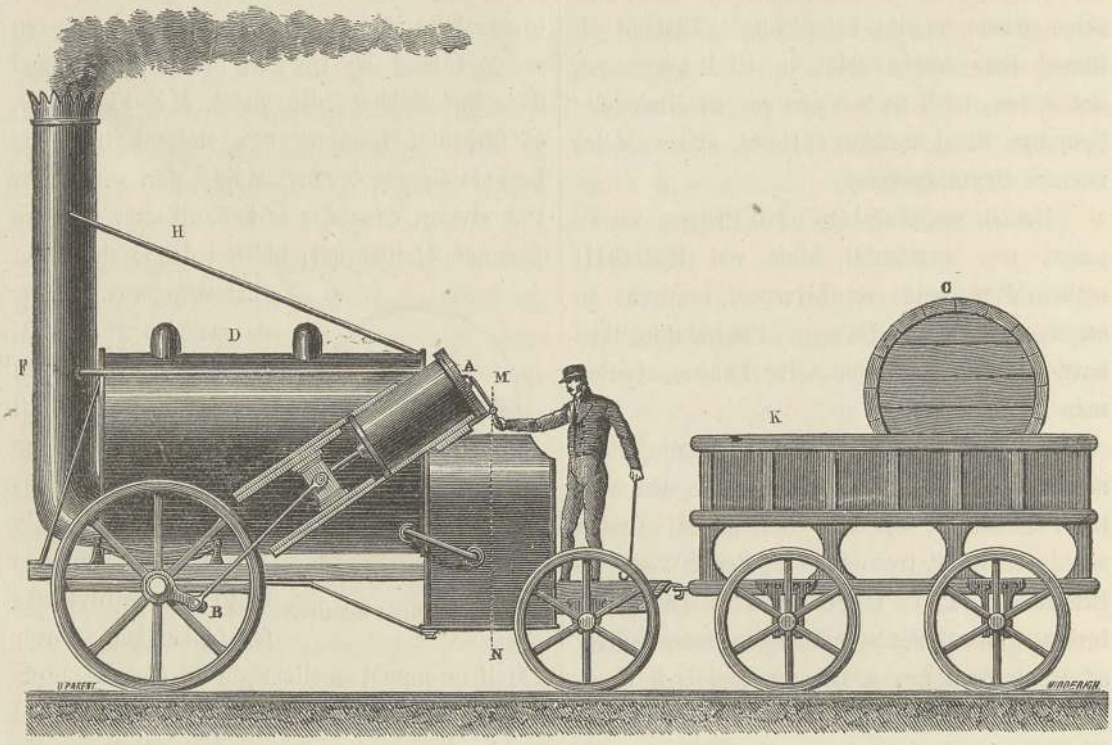


Fig. 122. Kjedlen i Raketten.

I Figur 123 sees den nærmere Detail. Man ser, at den største Del af Vægten, der i det hele beløb sig til 8632 danske Pund, hviler paa de to forreste Hjul, Drivhjulene, som bringes

til at rotere ved Krumtappen B paa Hjulegerne, saaledes at forstaa, at Krumtappen paa det Hjul, der ikke er synligt, danner en ret Vinkel med B. Maskinen har to Cylindre A, en paa hver Side; Dampen kan afspærres ved en Hane, som Maskinmesteren sees i Begreb med at haandtere, og Spildedampen føres til Skorstenen gjennem Udblæsningsrøret A F, der munder ud noget under Midten af Skorstenen; denne selv er stivet af ved Hjælp af et Par Stænger H. tilbagelægge 29 engelske Mil i Timen; med Tender og endnu en Vogn med 36 Passagerer løb den ved en af Prøverne 11½ eng. Mil i Timen. Den udrettede saaledes i et og alt det Arbejde, der var forlangt i Programmet.

Den næste Vogn, som blev prøvet, var Hackworths Sanspareil. Egentlig burde den ikke have faaet Lov at være med, da den ikke fyldestgjorde den i Programmet stipulerede Betingelse, som firhjulet Lokomotiv at veje højst



Figur 123. George og Robert Stephensons Lokomotiv Raketten.

Vognen er forsynet med Tender, der har Kullasten ved K, Vandet i Tønden C; en i Figuren ikke antydet Trykpumpe forsynede stadig Kjedlen med Vand.

Raketten dampede altsaa frem og viste sig at kunne udrette følgende: Den tilbagelagde to Gange den hele Vejlængde, 30 engelske Mil, første Gang i 2 Timer 14 Minuter 8 Sekunder, anden Gang i 2 Timer 6 Minuter 49 Sekunder. Uden nogensomhelst Last ɔ: uden Tender med dertil hørende Kul og Vand, formaaede den at 4½ Tons; men man bestemte sig dog til at lade den vise, hvad den formaaede at præstere. Den kom da altsaa nu frem, men kunde ikke paa nogen Maade hamle op med Raketten.

Hvad angaar den tredie Konkurrent Novelty, konstrueret af Braithwaite og Ericsson, saa var den kommet noget for sent, og da den endelig blev ført frem, viste det sig, at dens Hjul ikke vare rigtig afpassede efter Skinnerne. Alt dette gjorde, at Forsøgene med den først kunde begynde et Par Dage efter reglementeret Tid.

Den adskilte sig i flere Henseender fra Raketten; dels havde den ingen Tender, men medførte selv alt sit Vand og Kul, dels brugte den for at forstærke Trækken ikke noget Udblæsningsrør, som baade Raketten og Sanspareil havde havt, men betjente sig i samme Hensigt af en Blæsebælg; endelig var Forholdet mellem Ildpaavirkningsfladen og Damprummet meget forskjelligt i dem. Hvad Vægten angik, var Fortrinet paa Noveltys Side, idet den kun vejede 2 Tons 15 Centner o: ikke Halvdelen af Rakettens Vægt. Det var overhovedet en meget respektabel Maskine, der viste sig at kunne præstere ikke saa ganske lidt.

Mange Uheld havde den med sig, og det lige fra første Øjeblik; den var saaledes ikke saa snart kommen i Gang, førend Forsyningspumpens Rør gik itu; Prøven maatte derfor udsættes nogle Dage. Da den saa siden kom i Gang, løb ogsaa det uheldig af, thi den holdt ikke ud saa længe, som man havde ønsket, idet nu en af Samlingerne paa Kjedlen løsnede sig midt under Kjørselen, saa at den blev læk. Derved standsede Forsøgene atter, hvorefter dens Ejere trak sig tilbage.

Imidlertid havde man dog faaet at se, at den kunde løbe 12 eng. Mil i Timen med det tredobbelte af sin Vægt, og at dens Hastighed, alt som den løb, blev større, saa at den endte med en Hastighed, der svarede til 21 Mil; med en Vogn med 45 Personer efter sig gik den hele Tiden med denne Hastighed. Uden nogensomhelst anden Last end det nødvendige Kul og Vand løb den gjentagne Gange med en Middelhastighed af 27 Mil i Timen, heri Maximum næsten 39 Mil.

Forsøgene udviste følgelig et godt Resultat for den, og dog kom den ikke i Betragtning. Stephenson fik Prisen. „Hovedsagen hertil turde vel være", hedder det i en Meddelelse om Dampvogne paa Sporveje fra 1834, „at Stephenson staar i et nært Forhold til Direktørerne for Sporvejen, og disse have derfor ogsaa maattet høre temmelig heftige Bebrejdelser, fordi de saa udelukkende begunstigede ham", — men man maa dog være enig om, at Novelty var forfærdiget med stor Skjødesløshed, og sikkert er det, at Raketten ikke blot fra Udførelsens, men ogsaa fra Konstruktionens Side var udarbejdet med langt mere Omhu i alle Details. Blot et skulle vi saaledes fremhæve, nemlig at Formen af Noveltys Kjedel foraarsagede, at enkelte Dele af den meget hurtig forbrændtes.

Som sagt, Stephenson sejrede; hans Lokomotiv havde, takket være dets Rørkjedel og Udblæsningsrør, fyldestgjort alle Betingelser. Det blev da altsaa det, der kom til at tjene som Model for Kompagniets øvrige Lokomotiver, og det medførte tillige strax den Forandring i den oprindelige Driftsplan, at man nu, af Hensyn til dets store Hastighed, ogsaa optog Passagertransport, medens man, som det vil erindres, fra først af kun havde tænkt paa Godstrafik.

Den 15de September 1830 aabnedes Banen for offenlig Færdsel, og man kan af den Kjendsgjerning, at der af det Antal af 30 Postvogne, der indtil da havde været i Gang imellem de to Byer, nu kun blev Brug for en eneste, gjøre sig en Forestilling om den Udstrækning, hvori den strax fra første Færd blev benyttet. Den gav tillige Bevis for den Sætning, at Konfluxen stiger med Letheden i Befordringsmidlerne; thi Antallet af Rejsende mellem Liverpool og Manchester, der før Banens Aabning aldrig havde overskredet 500 om Dagen, løb meget hurtig op til omtrent 1500 pr. Dag.

Godstransporten holdt derimod ikke Skridt med denne Udvikling, og det af meget naturlige Grunde. For det første skyndte Kanalejerne sig nemlig med at nedsætte Fragterne til samme Beløb, som Jernbanen tog, derhos paaskyndede de Transporterne, og endelig var der jo med Kanalvejen forbundet den store Bekvemmelighed og Fordel, at Baadene kunde

løbe lige ind til Magasinerne og lade og losse, hvorved alle Omladningsomkostninger sparedes. Dermed er naturligvis ikke paa nogen Maade Meningen den, at Banen ikke ogsaa kom til at tage en betydelig Del i Godstransporten; tværtimod, den fik snart en Godsbefordring af indtil 1000 Tons pr. Dag, men Opsvinget kom først og i størst Maalestok i Personbefordringen. — Resultatet var altsaa i det hele taget godt, Banen betalte sig; den gav to Aar efter Aabningen 10 pCt. Udbytte, dens Aktier stod i 120, — kort sagt, den arbejdede med en Fordel, hvis Følge naturligen blev, at der inden overmaade kort Tid var gaaet, fremkom Planer til Oprettelsen af andre Banestrækninger.

Vi anføre saaledes, at London-Birmingham Banen allerede blev indviet to Aar efter, 1832, og at Robert Peel i 1834 højt og lydeligt tog Ordet for at lægge en Skinnevej fra den ene Ende af de forenede Kongeriger til den anden. Fra 1832 til 1836 fuldførtes da ogsaa over 500 engelske Mil Banestrækning, medens samtidig omtrent lige saa mange Mil vare under Arbejde.

Og dog maa man endelig ikke tro, at der ikke var Modstand imod alt dette, at ikke baade Egennytte og Uvidenhed ogsaa her søgte at trænge sig frem, som i alle andre Spørgsmaal, der bringe store Forandringer i det tilvante. Det følger da saaledes af sig selv, at Kanalejerne og Postholderne talte vidt og bredt imod de nye Forbindelser; men det var ikke nok — Indvendinger og Bevisligheder af enhver Art var naturligvis ogsaa her paafærde selv fra dem, der intet kjendte til Sagen, og først paa Listen blandt disse stod da igjen alt, hvad der hørte ind under Begrebet Fare, Fare for Sprængning af Kjedlerne, Fare for at Røgen skulde ødelægge Vegetationen, Fare for at Gnisterne fra Skorstenen skulde fremkalde Ildsvaade, Fare endelig for, at det hele skulde være en stor Svindel, at Aktionærerne skulde tabe deres Penge i Kampen med Kanalejerne o. s. v.

Skjøndt nu det meste af dette var Ting, der alt tidligere vare slaaede til Jorden af Dampskibene, mod hvem de samme Indvendinger vare gjorte, saa kom de dog her atter frem, støttede endog af flere Parlamentsmedlemmer, der enten ikke vilde eller ikke kunde se det fortjenstlige i alt dette nye. Rent tilfældige Omstændigheder kom ogsaa med, f. Ex. at Statssekretæren for de udenlandske Anliggender Huskisson blev kvæstet ved Aabningen af Manchester-Liverpool Banen, hvor han var tilstede sammen med Hertugen af Wellington, et Uheld, som affødte, at Hertugen for sin Person erklærede, at han ikke vilde sætte sine Fødder paa en Jernbane, hvilket han ogsaa holdt lige til i 1842, da Erfaringen havde vist, at man ustraffet kunde gjøre det. Man indser imidlertid let, at ikke alene en saadan Mands Udsagn, men ogsaa det, at han gjorde det fornemt at holde sig fra Banekjørselen*), maatte bidrage til at offenlige Personer, der gjerne vilde tage sig ud, kunde komme med Mistillidsvota mod de nye Kjøretøjer, — og kort og godt, man stred fra de mest forskjellige Sider imod med den største Iver, saalænge som muligt.

Dampbefordringens øjensynlige Overlegenhed over alle andre endte dog naturligvis med den mest afgjorte Sejr, saa at Banelinierne trods al Modstand hurtig blomstrede frem. Og her er det Robert Stephenson, der har knyttet sit Navn til Anlægget af de aller fleste engelske Jernbaner, idet han som Overingeniør har ledet Arbejderne. Han har gjort det med en Dygtighed, der har skaffet ham et verdensberømt Navn, og med en Ihærdighed, der har levnet ham Tid til desuden at befatte sig med lignende Anlæg i de fleste andre Lande.

Totallængden af Jernbanelinierne i Storbrittanien og Irland var i 1857 godt 1800

*) Dronning Victoria rejste første Gang paa Jernbane i 1843.

danske Mil; i Tredserne kom dertil endnu 500 Mil, saa at hele Længden omtrent var 2300 Mil; ved Slutningen af 1871 angaves den til 3318 danske Mil, det vil sige en Strækning, der lagt ud i en ret Linie, omtrent kan spænde over tre Femtedele af Jordens Omkreds. Det svarer til 1 Mil Jernbane pr. 1,7 □ Mil Land, og 107,7 Mil pr. Million Indbyggere.

FJERDE KAPITEL.

ST. ETIENNE-LYON BANEN. — VIDERE UDVIKLING AF DE FRANSKE JERNBANER. — TYSKLAND. — FORENEDE STATER. PACIFIKBANEN. — DANMARK. — ALMINDELIG OVERSIGT.

Ligesom vi forhen baade for Dampmaskinernes og Dampskibenes Vedkommende — uden at indlade os paa en Udførlighed, der ikke synes os at stemme med Planen for denne Bog — have angivet nogle Tal til Oplysning om deres Antal, Hestekræfter og Udbredelse, saaledes skulle vi i dette Kapitel i al Korthed omtale, hvad der om Jernbanerne forekommer os fornødent for at give en Forestilling om Udviklingens Gang. Vi holde os ogsaa her kun til de Lande, der have størst Betydning; for de øvrige give vi ved Kapitlets Slutning Oversigten i en Tabel.

Begyndelsen skal da gjøres med Frankrig, og for at man kan faa en Forestilling om, hvorledes en Fortidsjernbane var indrettet, gaa vi saa langt tilbage, at vi tage St. Etienne-Lyon Banen med; den giver et godt Billede af Tilstanden i den aller første Tid.

Vi have alt et Par Gange haft Lejlighed til at nævne denne Bane, senest i Anledning af Marc Seguin, dens Direktør; det er altsaa bekjendt, at den var den første Bane i Frankrig, anlagt 1826 efter engelsk Mønster, og at den har givet Anledning til et væsenligt Skridt fremad i Udviklingen. Det var en ganske forunderlig Bane, et mærkeligt Skrabsammen af alle de mulige Befordringsmidler, der overhovedet kunde anvendes paa en Skinnevej; og den var alt andet end bekvem at befare, thi Konstruktørerne havde kun saare lidt taget Hensyn til Passagertjeneste, — Kul og andet Gods, det havde for dem været Hovedsagen. Derfor var de Tunneler, man passerede, saa lave og saa snevre, og Gelænderne paa Broerne saa nær inde ved Skinnerne, at den mindste Uforsigtighed fra de Rejsendes Side, kunde medføre alvorlig Fare. Den, der vilde stikke Hovedet ud af Vognvinduet, kunde være vis paa at blive kvæstet, — i den Retning havde man ikke den mindste Frihed.

„Jeg har", siger Figuier, „i 1838 foretaget Rejsen fra St. Etienne til Lyon paa denne primitive Jernbane"; vi ville høre, hvad han „som troværdigt Vidne", fortæller om den. „Jeg havde af min Lærer i Kemi faaet det Raad at aflægge et Besøg i Kulminerne ved St. Etienne, forat jeg selv kunde se, hvorledes alt gik til. Jeg kravlede da altsaa op i Diligencen fra Montpellier til Lyon og kom to Dage efter til denne By; næste Formiddag begav jeg mig til Jernbanen.

De Vogne, der i 1838 gjorde Tjeneste paa Lyonnerbanen, vare simple Diligencer, eller rettere kun Fyrretræskasser, meget lave, meget korte, uden Lys og uden Luft. Men de Rejsende vare ogsaa dengang kun meget lidt fordringsfulde; man var endnu ikke forvænt med udstoppede Sæder eller Sovekupeer.

Vi vare saa heldige at naa St. Etienne uden Uheld, hvilket var alt, hvad man kunde forlange af vort Foster af en Jernbane.

En opmærksom Betragtning af en Kulmine, Synet af de derværende Arbejdere, der ere begravne i en Dybde af omtrent 1300 Fod midt i en mørk Labyrinth af Galerier, Korsveje, Huler, Stiger o. s. v. — alt dette er sandelig et Syn, saa interessant som man vel kan skaffe en ung lærvillig og videbegjærlig Student det at se; men ovenpaa de talløse Overraskelser og gribende Syn dernede havde jeg endnu et Skue ivente, der i Sandhed ogsaa

var mærkværdigt. Det var Jernbanen selv, som jeg først fik Lejlighed til at iagttage paa Tilbageturen fra St. Etienne til Lyon; thi Rejsen foregik da om Dagen, medens man tager derud om Natten.

De Vogne, hvori vi bleve skumpede henad Skinnerne, bleve, alt efter de forskjellige Terrainforhold, trukne paa forskjellig Maade. Snart skete det ved Tove, der bleve rullede op om Valser af faststaaende Dampmaskiner, som vare anbragte paa de Steder, hvor det gjaldt at gaa op ad en stærk Skraaning; — snart gik et Par Heste i Spidsen af Toget, naar Skraaningen kun var ringe; — snart igjen var det rigtige Lokomotiver, naar Vejen var horizontal; — og endelig løb Vognene ved deres egen Vægt, naar man skulde nedad Bakke, som f. Ex. paa Strækningen mellem St. Etienne og Rive-de-Gier, hvor Toget løb nedad Siden af Bjerget. Hvis der, hvad der ogsaa kunde ske, fra samme Flade gik lige stejle Skraaninger ned til begge Sider, saa benyttede man Vægten af det Tog, som løb ned, til at hale et andet Tog op med, ganske ligesom man i Kulminerne lader nogle fulde Vogne hale en Række tomme Vogne op.

Man kan nu nok tænke sig, hvor besynderlig Rejsen maatte blive som Følge af disse mange forskjellige Befordringsmidler. Hvert Øjeblik skiftede de; ved St. Etienne var det et Lokomotiv, der trak Toget; siden tog et Par Heste Lokomotivets Plads. Paa et andet Sted, hvor der var en meget stærk Stigning, følte man sig hejset i Vejret derved, at en faststaaende Dampmaskine rullede Tovene op om en Valse; den Rejsende kunde da ikke andet end gyse ved Tanken om, at hans Liv bogstavelig hang i dette Tov. Det var nemlig klart, at hvis disse Tove, der sledes stærkt ved Dag ud og Dag ind at bruges, pludselig sprang, og hvis Konduktøren ikke havde Tid eller Aandsnærværelse nok til at benytte de Bremser, hvormed Toget netop for en saadan Eventualitets Skyld var forsynet, saa vilde Trainet rulle baglænds og slaa imod med en Kraft, der forøgedes i Forhold til dets Masse, — et Produkt, som nok kunde bringe selv den modigste Mand til at skjælve.

Man ser da, at intet kunde være mere pittoresk, end en Rejse paa den af Seguin konstruerede Jernbane."

Saadan altsaa var Tilstanden paa en af de tre Jernbanelinier, Frankrig havde i 1838, otte Aar efter, at man i England havde naaet et Standpunkt, der allerede kunde sammenlignes med det, vi endnu staa paa. Hvad var da Grunden dertil; hvorfor fulgte Frankrig, det fremadskridende Land, der saa ofte har taget Initiativerne, der saa udmærket har ført mangfoldige af de store Spørgsmaal frem, — hvorfor fulgte det ikke med her?

Der var mange Grunde dertil, først og fremmest rent politiske. Spektaklerne i Paris i Begyndelsen af Trediverne slugte Broderparten af Interesserne og drog Opmærksomheden bort fra industrielle Foretagender; men ikke nok dermed, de fremkaldte tillige Uro og Frygt i hele Handelsverdenen og svækkede derved Kapitalisternes Lyst til at sætte Penge i saadanne Foretagender. Dertil kom saa desuden de sædvanlige Modstande mod alt nyt, Skinsyge, Frygt for Farer o. s. v. som man kjender det fra alle andre Lejligheder, hvor saadant skal frem, — hvor kan man saa undre sig over, at det Tidspunkt blev skudt ud, da ogsaa Frankrig kom med for Alvor.

Det var sandelig ikke Dygtigheden, der manglede hos Ingeniørerne, ikke Iveren for at bringe Folk til at indse, hvor stor Gavn det hele Land vilde have af de nye Kommunikationsmidler. Tværtimod, snarere har maaske den højrøstede Tone, hvori ialfald en enkelt Mand, Auguste Perdonnet, senere Direktør for Ecole central des Arts et Manufactures og for Østbanerne, — snarere har maaske, sige vi, den Iver og vedholdende Anstrængelse, han allerede fra 1830 lagde for Dagen for at ind-

prente sine Landsmænd Betydningen af denne Sag, bidraget til at skade den.

Han var udgaaet fra den polytekniske Skole i Paris, havde senere opholdt sig i Tyskland og England, havde i det sidste Land set alt, hvad der var fremkommen i Retning af Jernbanevæsen, og var nu kommen hjem, opfyldt af Begejstring for alt, hvad han havde set. I Tale og Skrift virkede han for at faa det samme frem i sit Fædreland, fra Lærestolen som Professor ved École des Arts talte han Jernbanernes Sag, men uden at man agtede paa ham; man betragtede ham snarere som Sværmer, som gal. —

St. Etienne Banen var først og fremmest bestemt for Godstransport; i 1833 havde man endnu faaet en Linie til med samme Bestemmelse, Linien Alais-Beaucaire, baseret paa Kulbefordringen. Vi have imidlertid anført, at der i 1838 var endnu en tredie Linie, og det var den eneste af dem alle, der var bestemt for Persontjeneste. Det er dens Fremkomst som Nr. 1 af de kort efter opstaaende betydelige Banestrækninger, vi ønske her at tale lidt nærmere om; til denne Sags Historie knytte de betydeligste Navne i den franske Ingeniørverden sig, ligesom den gav Anledning til Udtalelser, der nok turde være værd at bemærke.

Der var i 1832 fremkommen en Brochure, som ud fra et philosophisk Grundlag kom til at lovprise Jernbanesagen paa en Maade, der ikke kunde andet end vække Opsigt, nemlig den lille Pjece, som Michel Chevalier, St. Simonismens daværende tro Tilhænger, havde samlet sammen af Artikler, han oprindelig havde haft indrykkede i Simonisternes Blad Globe. En af disse Artikler havde til Overskrift Systéme de la Méditerranée, og gik ud paa, at den Fredstilstand, som erfaringsmæssigt ikke kom ud af de idelige Krige, „den vilde definitivt komme, naar Orienten og Occidenten forenede sig.“ Det skulde altsaa være Opgaven for Fremtidens Politik, „omkring Middelhavet at konstituere en Association af de to store Folkemasser, Østens og Vestens, der i 2000 Aar have slaaet hinanden sønder og sammen.“ Et ganske fortrinligt Middel til Realisationen af denne Tanke vilde Jernbanerne være; de kunde bringe Folkene sammen, de kunde skaffe en hurtig Udvexling af Aandens og den materielle Verdens Arbejder, de skulde kort sagt i sig have den Tryllemagt, der førte til det forønskede Maal.

Slutningen heraf er nu let nok, man skulde nemlig i størst mulig Udstrækning lægge Jernbanelinier omkring Middelhavets Kyster; men da man naturligvis skulde gjøre saa mange som muligt delagtige i Velsignelsen, saa skulde Banenettet desuden udvides til alle Sider ud fra Middelhavslinien at regne. Pjecen regnede da nu en hel Mængde Linier op; deriblandt for Frankrigs Vedkommende de fleste af dem, der senere virkelig ere blevne til.

Nu blev det i Virkeligheden en af St. Simonismens Tilhængere, der kom til at give Initiativet til den første af disse franske Jernbaner, Paris-St. Germainbanen, der ganske vist ikke var den, som set fra den udviklede Læres Synspunkt var den vigtigste; men praktisk talt maatte den have overordenlig meget at sige, forsaavidt som den absolut maatte lukke Øjnene op paa Pariserne for Jernvejenes Betydning, et Hensyn, der selvfølgelig ogsaa af den Grund var meget vigtigt, at Pariserkapitalisterne nødvendigvis maatte vindes, naar man skulde kunne haabe at udrette noget alvorligt. Denne Mand var Émile Péreire, den bekjendte Bankier; det skyldtes ham, at Sagen blev sat i Gang, og at den kom for i Deputeretkammeret. — Noget nær samtidig med dette rørte ogsaa Perdonnet sig, denne Gang i Forbindelse med andre, for at faa Koncession paa en Banestrækning Paris-Rouen, saa der var for Kammeret rig Lejlighed til at udtale sin Mening om Sagen.

Vi skulle nu først bemærke, at den daværende Minister for de offenlige Arbejder kort

iforvejen havde været i England, og baade set og rejst paa Manchester-Liverpool Banen; ikke desto mindre troede han dog ikke paa Fordelen ved Jernbaner, især ikke naar der var Tale om større Strækninger, om at forbinde større Befolkningscentre, der laa langt adskilte. Kun det vilde han gaa ind paa, „at de vel nok kunde yde nogle Fordele for Passagertransporten, forsaavidt denne er begrændset til visse meget korte Linier, der munde ud ved store Byer, som f. Ex. Paris." Saadan udtalte han sig i Anledning af St. Germainbanen, som han da altsaa vel vilde finde sig i; da derimod Perdonnet kom med Forslag om Rouenbanen, svarede han: „Jeg! skal jeg forlange af Kammeret, at det skal give Dem Koncession paa en Bane til Rouen; nej det skal jeg vel vogte mig for, — man vilde jo smide mig ned ad Tribunen." Dette var Arbejdsministeren, ingen anden end Republikens nuværende Præsident, Thiers. Finantsministeren kom med en anden Indvending, „Jernet er for dyrt her i Frankrig;" — og de Deputerede, de stemmede i med. En sagde, at Terrainforholdene vare for vanskelige; en anden var bange paa Aktionærernes Vegne; „Tunnelerne ere skadelige for Sundheden", forsikrede Arago, han talte Publikums Sag, og han beviste — rigtignok ud fra Forudsætninger, der maa forekomme enhver mærkværdig vilkaarlige, ligesom de da heller ikke have vist sig at stemme med Praxis, — at Temperaturovergangene fra den frie Luft til Tunnelerne vilde beløbe sig til en 45 ° R., et Beløb, hvis absolute Fordærvelighed for Sundheden han kaldte Lægerne til Vidne paa.

Saadan gik det til i Kammeret; og udenfor gik det kun lidet bedre fra de Myndigheders Side, der her, skulde man tro, burde og vilde tage aller ivrigst fat. At Arbejdsministeren var imod Sagen, var f. Ex. for Docenterne i École des Ponts et Chaussées (Vand og Vejbygningsskolen), der læste over Jernbanevæsen, tilstrækkeligt til at holde paa Hestekraften som den tjenligste paa Sporvejene.

Men de Mænd, der havde sat sig i Bevægelse, gave derfor ikke tabt; mødte de Modstand, saa sluttede de sig sammen, — de dannede et Konsortium med en Kapital paa 500,000 fr. for selv at undersøge de store Linier, der efter deres Anskuelse maatte kunne betale sig. Bestyrelsen for Ponts et Chaussées fik derved en Skræk i Livet, idet den saa sig distanceret af Civilingeniører; den skyndte sig altsaa med at forlange en lige saa stor Sum af Kammeret, hvad den da ogsaa fik, og nu tog den selv fat. Dermed var Sagen forbi; man havde trumfet Baneanlægene igjennem, Koncessionerne kom nu den ene efter den anden.

St. Germainbanen blev den først færdige, som den da ogsaa var den, der først var kommen paa Tale; den 27de August 1837 indviedes den med stor Højtidelighed og til stor Fornøjelse for Pariserne, der nu kunde stige ud ved St. Germain 18 Minuter efter at de vare tagne fra Paris; de havde hidtil maattet være halvtredie Time om den Tur. Derefter kom i 1838 de to Linier Paris-Versailles, i 1839 Montpellier-Cettebanen; saa kom der en Standsning indtil de i 1842 koncessionerede betydelige Nordbaneanlæg vare færdige, — og nu gik det med stor Hurtighed fremad, hvorom vi dog her ikke kunne gaa i Detail. Vi anføre blot som Momenter i Udviklingen, at medens der i Begyndelsen af 1857 vare 865 danske Mil i Drift, det vil sige 1 Mil for hver 11 □ Mil Land, var der i 1867 ikke mindre end 1800 Mil under Drift; dette Beløb var ved Begyndelsen af 1872 endog steget til 2345 Mil o: 1 Mil Jernbane pr. 3,8 □ Mil Land, eller 64,4 Mil pr. Million Indbyggere.

Den første Jernbanelinie, der blev taget i Brug i Tyskland, var den mellem Nürnberg og Fürth; den aabnedes 1835. Den blev anlagt af von Denis, en Rhinbayrer, der havde faaet

sin Uddannelse ved den polytekniske Skole i Paris, men siden, da hans Fødeland gik over i Bayerns Besiddelse, var bleven bayersk Regjeringsingeniør. Fra 1836—40 ledede han Anlægene af Banerne mellem München-Augsburg og Frankfurt a. M.-Mainz-Wiesbaden; siden har han forestaaet saa godt som alle betydelige Anlæg i Vestpreussen, Hannover, Bøhmen, Sachsen, Hessen, Koburg og alle de andre mindre Stater undtagen Würtemberg, hvis Banelinier er anlagte af den i 1865 afdøde udmærkede Praktiker Charles Etzel. Det tydske Jernbanenet skyldes altsaa i alt væsenligt disse to. Dets Udstrækning beløb sig i 1857 til 1145 Mil; i 1872 var man kommen op til mere end det dobbelte, 2827 Mil, svarende til 6,3 Mil pr. □ Mil, 70,4 Mil pr. Million Indbyggere; heri er Østerrig ikke regnet med.

Som faa Lande i Verden i Henseende til Opkomst skylde Dampskibene saa meget som Amerika, saaledes har det ganske vist ogsaa høstet størst Fordel af Jernbanerne; de toge fat, hvor Dampskibene slap. Dampskibene fordelte Indvandrerstrømmen langs Floderne, gjorde Færdsel mulig til og fra Steder, hvorhen man før kun med yderste Vanskelighed kunde komme; de bragte Liv og Opsving saa langt, som Vandvejene — baade de naturlige og kunstige — overhovedet tillod dem at gaa. Men der laa jo mangfoldige Strækninger hen endnu, som ikke kunde drages ind i det Net, Forbindelsesvejene til Vands dannede; dem er det, Jernbanen har gjort det muligt i forholdsvis kort Tid at befolke, dem er det, den endnu daglig henter frem til Kultur, for saavidt den hurtigt og let spreder Indvandrerskarerne ud over de jomfruelige Jorder. Jernbanetrafiken har derved faaet en særegen Betydning for Amerika; den udretter der mere end herhjemme, den er derovre en Erobrer, der henter baade Land og Skatte og Rigdomme ud af det ubekjendte, medens den her væsenligst kun fordeler, hvad der alt er.

Den første Skinnevej, som blev lagt i Amerika, daterer sig fra 1825 og strakte sig fra Boston til Quincy; den var anlagt for Granittransportens Skyld. I 1828 paabegyndte Ingeniøren Wilson Banestrækningen Philadelphia-Columbia, medens Knight samtidig tog fat paa en Linie fra Baltimore ind i Ohio. Hermed var Begyndelsen gjort; Udviklingen fulgte nu meget hurtigt.

Det er navnlig til Navnet Robinson, at denne Udviking er knyttet, for saa vidt som han har ledet de betydeligste i de følgende Aar anlagte Linier. Sin tekniske Uddannelse fik ogsaa han ved den polytekniske Skole i Paris; derfra drog han til England og Holland, hvor han havde lige saa rig Lejlighed til at udvide sine Kundskaber, som han efter sin Hjemkomst fik Lejlighed til at benytte dem. Hans første Arbejde blev Banen Philadelphia-Reading, ad hvilken hele Pensylvaniens Kultransport gaar; senere ledede han Anlæget af Acquia-Creek-Richmond Linien og derefter endnu Petersburg-Richmond og Norfolk-Weldon Linierne. Den Dygtighed, han derved lagde for Dagen, har gjort ham til en af Amerikas mest berømte Ingeniører. —

Naar der imidlertid er Tale om amerikanske Banestrækninger, er det hverken disse eller de mange andre, der gjennemkrydse de østlige Stater i alle Retninger, der mest fortjener Omtale. Den amerikanske Foretagelsesaand har skabt en anden Linie, der ganske anderledes træder i Forgrunden, ikke alene paa Grund af dens ualmindelige Længde, men mest af alt fordi dens Anlæg har fordret, at man maatte besejre Vanskeligheder, der skulde synes at maatte nedslaa endog blot Tanken om dens Realisation. Vi mene naturligvis Pacifikbanen, eller som den vel rettere skulde kaldes paa Dansk Stillehavsbanen.

Hvem der har undfanget Tanken om den,

er ikke til at opspore; maaske er det ogsaa gaaet her, som ved de fleste store Opfindelser, at det ikke er en enkelt Mand, der har undfanget Planen, men at denne er kommen frem lidt efter lidt og stykkevis, indtil den endelig helt og dristigt er udtalt af en enkelt. Saa meget er ialfald vist, at mange gjøre Fordring paa Æren for at have undfanget den, medens neppe nogen har arbejdet saa kraftigt for at faa den bragt til Udførelse som John Plumbe, en født Valliser; allerede fra 1836 skal han have begyndt sin Agitation for den. Sagen har imidlertid ikke dengang haft den uhyre Betydning for Landet som siden, da Folkevandringen mod Vest Aar for Aar tiltog i Styrke, da Stater og Territorier opstod længer inde i Landet, — da har det hele ganske anderledes trængt sig frem, da have lidt efter lidt indflydelsesrige Mænd ladet deres Stemmer høre, og da har endelig ogsaa det Offenlige taget Sagen i Haand.

I 1853 gik man ind paa at bevillige en Sum Penge til Undersøgelsen af den bedste Linie for en kommende Jernbane. Meget vidtløftige Betænkninger afgaves i den Anledning, store Værker, som det vilde have krævet lang Tid at gaa igjennem og ganske vist ikke mindre lang Tid at resolvere noget om, naar man i Detail skulde have drøftet dem. Men Forholdene medførte, at man dog hurtigt kom til en Beslutning; Krigen brød nemlig ud, og man følte, at det var af største Betydning, nu, da Syden skilte sig ud fra Unionen, at sikre sig mod at Vesten skulde gjøre det samme, — Baandet var iforvejen løst nok.

Saa tog da de Mænd, som indsaa Spørgsmaalets Vigtighed, for Alvor fat, undersøgte Dele af Linien, skrev og talte, og Følgen blev, at Kongressen efter en hidsig Debat vedtog „en Akt om at hjælpe til Bygningen af en Jernbane- og Telegraflinie fra Missourifloden til det stille Hav og at sikre Regjeringen Brugen af samme for Post, Militær og andet Brug.“ Denne Akt stadfæstedes af Lincoln den 1ste Juli 1862. Hvordan Staten agtede at hjælpe, hvilke Begunstigelser den gav de to Kompagnier, der noget nær delte Foretagendet, det kunne vi her ikke indlade os paa, vi omtale blot Anlægget.

Tidligere gik Jernbanen fra Øst kun til omtrent 40 Mil fra Omaha i Nebraska; fra Vest naaede den til Sacramento i Kalifornien. Mellem disse to Punkter var der omtrent halv femte hundrede danske Mile, dem var det den nye Bane skulde lægges over. Mellemrummet optoges af Moradser, store Skove, Bjerge, der naaede op over Snelinien, øde Ørkner og de uendelige Prairier; vilde Dyr og fjendtlige Indianerhorder huserede herude og kun enkeltvis, som i Utah, fandtes der Kolonister. Vanskeligheder af enhver Slags var der altsaa nok af, og det lige fra første Skridt; det gjaldt jo nemlig strax at oprette Værksteder og Maskinhuse, hvortil alt det i Østen kjøbte Materiel skulde skaffes frem, først til Omaha og derfra ind i Landet, som i en Strækning af over 100 Mile Vest for Omaha er blottet for Tømmer. Særlige Vanskeligheder voldte det saaledes at faa den 70 Hestes Dampmaskine, der skulde drive Fabrikerne i Omaha, ført derud.

Det er alt omtalt, at to Kompagnier delte Arbejdet; det ene tog fat fra Kalifornien mod Øst, det andet fra Omaha vestpaa, og for desto hurtigere at blive færdig, tog man fat samtidig. For den kaliforniske Afdeling havde Naturen lagt de største Vanskeligheder i Vejen; den skred da derfor ogsaa kun langsomt fremad, endskjøndt den havde alt, hvad Nutidens bedste Hjælpemidler formaar at byde, til sin Raadighed. Til Gjengjæld gik det derimod saa meget hurtigere fra Haanden med den anden Afdeling. Den 5te November 1865 blev det første Spadestik gjort ved Omaha; den 2den Juni 1866 bleve allerede de første 50 Mil afleverede, 25 Dage førend de kontraktmæssig skulde være færdige. Ved Udgangen af Aaret var man kommen 60 Mil fremad; i 1867 kom dertil endnu 70 Mil, saa at

man den 1ste Januar havde bygget over 150 Mil; efter den Tid gik Arbejdet fremad med stedse større Hurtighed.

Overledelsen var overdraget de udmærkede Ingeniører Samuel Montagne og Geo. Grey. Under dem arbejdede igjen en Række dygtige og udholdende Mænd, hver i Spidsen for en formelig Brigade af Arbejdere. Vi skulle saaledes nævne de forhenværende Generaler, Brødrene Cassement, hvis Hverv det var at lede Nedlægningen af Sveller og Skinner; de kommanderede en hel Arme. Forrest i Rækken kom Skovhuggerne, 1500 i Antal; de skulde rydde Banen. Altid vare de bevæbnede, og ofte maatte de kæmpe baade med Indianerne og de vilde Dyr. Efter dem kom et mindre Korps, hvis Hverv var nærmere at udstikke Vejens Retning og Sporets Brede. De fulgtes igjen af en talrig Skare Jordarbejdere, der dels skulde jævne Vejen, dels nedgrave Svellerne og endelig nedlægge Skinnerne. I den Hensigt havde de en meget stor Waggon eller snarere Stillads med sig, belæsset med en 50 Skinner og saaledes indrettet, at man ved at bevæge en særegen Mekanisme paa den med temmelig stor Lethed kunde faa Skinnerne taget ned og lagte paa deres Plads; ti Mænd vare i stadigt Arbejde hermed. I hver halve Minut kunde de ved dens Hjælp nedlægge 2 Skinner, 1 paa hver Side, og da hver Skinne var 12½ Fod lang, kunde man altsaa i en Time skride 1500 Fod fremad. Man maa nemlig ikke tro, at Vognen holdt stille, indtil Skinnerne vare slaaede fast; nej, saa snart de vare lagte ned, rullede den frem paa dem, — at slaa dem fast, det overlod den den næste Styrke. Ovenpaa alt dette fulgte nu en lang Vognrække med Sveller, Skinner, Bolte o. s. v. med Soverum, Spisestuer, Kjøkkener, og endelig ledsagedes hele denne Arbejderarme af en Skare Værtshusholdere, Gjøglere, Bissekræmmere o. l., der i nogen Tid slog sig fast paa et Sted og oprettede Hoteller, Theatre og Boder der, for snart efter igjen at pakke ind og siden dukke op et andet Sted længere fremme.

Den yderste Termin for Arbejdets Fuldendelse var sat til 1ste Juli 1876. Nu har man imidlertid alt i 4 Aar kunnet gaa hele Turen igjennem, saa man ser, der har været taget langt anderledes kraftig fat, end det af Regjeringen var forlangt. Da Arbejdet begyndte, spaaede Taleren ved den i den Anledning foranstaltede Fest, at man vilde blive færdig om 5 Aar (1870); han blev til Latter over Unionen, — og dog var man alt den 10de Maj 1869 færdig til at slaa de sidste Søm i. De to Arbejdskolonner havde da mødt hinanden ved Promontory Point ved Saltsøen.

Det var Nagler af Guld fra Kalifornien og Sølv fra Nevada, der fæstede den sidste Skinne til en Laurbærtræssvelle. Den Hammer, hvormed Guvernør Standford drev Sømmene ind, var sat i Forbindelse med Telegraftraaden, og al Tjeneste paa Telegraflinierne var standset i det Øjeblik, man vidste, at Forbindelsen mellem de to Banestrækninger skulde foregaa. Hele Unionen deltog altsaa i Festen; den hørte de Hammerslag ude ved Utah, der forkyndte, at det store Værk var fuldendt. Fuldendt! — ja for saavidt som man kunde kjøre helt igjennem; men Banen var rigtignok paa mangfoldige Steder af en saadan Karakter, at den i det mindste efter europæiske Begreber var alt andet end færdig. Træbroer, der gynge og knage højt oppe i Luften over gabende Afgrunde, Stilladser, der synes at maatte knuses under Vægten af det frembrusende Tog, dem har Pacifikbanen adskillige af; men det bryder Amerikaneren sig jo ikke om, naar han blot kommer frem.

Forbindelsen var altsaa naaet, 450 Miles ny Banestrækning var føjet til det allerede bestaaende Jernbanenet, der i 1857 havde udgjort 5232 Mil ɔ: 1 Mil Bane paa 25 □ Mil Land; i 1871 var det steget til 13446 Mil eller 1 Mil pr. 10 □ Mil — en Længde, der lagt ud i en

ret Linie vilde spænde omtrent halvtredie Gang Jorden rundt.

Omkostningerne ved Pacifikbanen havde beløbet sig til c. 186,500,000 Dollars.

Den 18de September 1844 blev den første Jernbanestrækning i det danske Monarki indviet, den nemlig mellem Altona og Kiel (c. 14 Mil), hvortil siden sluttede sig Sidebanerne Neumünster-Rendsborg, Elmshorn-Glückstadt og Glückstadt-Itzehoe. Holsten var altsaa forud for Kongeriget, der først 3 Aar senere kom med, men derfor var den Jernbanebevægelse, der dengang strakte sig over Nordeuropa, ikke mindre livlig her end der, — ja der var endog et Tidspunkt (1844—45), hvor det saa stærkt ud til, at hele det Jernbanenet, der nu først er afsluttet, kunde være kommen istand i kort Tid. Sagen var nemlig den, at en hel Jernbanerus først i Fyrrerne havde grebet om sig i Tyskland, og navnlig holdtes ilive fra Berlin og Hamborg, hvor Spekulationen med Jernbaneaktier naaede en Højde, der rentud gik op til Svindel. Dønningerne af denne Bevægelse kom ogsaa herop og affødte her en Række Projekter om Baneanlæg, som Publikum tog meget levende Del i. Naar derfor Resultatet kun blev, at Kongeriget lige til 1856 ikke havde mere end de 4 Mil Banestrækning fra Kjøbenhavn til Roskilde, saa maa man dog ikke tro, at der ikke for Alvor var større Linier under Debat. Tværtimod, man talte og skrev og mødtes til Forhandlinger om intet mindre end gjennemgaaende Linier baade gjennem Fyen og Jylland; man diskuterede og kivedes om at komme med ind i Banenettet, ja man kom endog saa vidt, at der forelaa Tilbud fra Tyskland om fuld Kapital til i det mindste en enkelt af disse Linier — og saa faldt dog det hele pludselig saa grundigt sammen, at der Aaret efter aldeles ikke mere vare Tale om den Ting. Grunden hertil var den, at den preussiske Regjering for at standse Svindelen fandt sig beføjet til at udstede et Forbud mod Handel med Papirer, der ikke havde virkelig existerende Foretagender til Grund. Berlinerne, som gjennem et Hus i Altona, H. F. Lawaetz & Koch, havde gjort Tilbud herop, maatte altsaa trække sig tilbage, og deraf resulterede Bevægelsens Ophør. Facit for vort Lands Vedkommende blev da i Retning af nye Baner et rent Nul, men til Gjengjæld var der da heller ikke gaaet nogensomhelst dansk Kapital i Løbet. —

Det var den kjøbenhavnske Industriforening, hvem Initiativet til den sjællandske Bane skyldtes, idet der fra dens Side rettedes Opfordring til Deltagelse i Aktietegning til en Bane Kjøbenhavn-Roskilde, samtidig med at der blev indgivet Ansøgning om Koncession paa den. En kongelig Resolution faldt i den Anledning den 21de Februar 1844 og lød paa, at Aktionærerne vel kunde forvente sig udelukkende Ret til Banens Anlæggelse, dog kun saafremt den dertil fornødne Aktiekapital, som ansloges til $1\frac{1}{2}$ Million Daler, var tilvejebragt inden $1\frac{1}{2}$ Aars Forløb, — en Betingelse, som den overordentlige Deltagelse, Sagen fandt, imidlertid gjorde overflødig, forsaavidt som Tegningen af det hele Beløb allerede var sluttet i April samme Aar. Først i Maj indgik man da, støttet derpaa, med Begjæring om Koncession, som nu ogsaa meddeltes, den 25de Maj.

Den gunstige Modtagelse, Projektet fandt, havde imidlertid affødt, at man udvidede den oprindelige Plan derhen, at Banen skulde fortsættes til Korsør, for derfra ved en regelmæssig Dampskibsfart at sættes i Forbindelse med Endepunktet for den holstenske Jernbane, Kiel; samtidig skulde Sidebaner anlægges til Kallundborg og til en Havn paa Sjællands Sydkyst. Industriforeningen indgik derfor, allerede inden Koncessionen var meddelt paa den første Del af Banen, med Begjæring om Ret ogsaa til Anlæg af denne nye Linie. Det var ikke Foreningens Hensigt selv at beholde Koncessionerne og selv at exploitere Banerne, den

stod tværtimod i Underhandling med Aktionærerne om at indrømme dem Retten, saaledes at forstaa, at de, som nu agtede at træde sammen under Navn af „det sjællandske Jernbaneselskab", baade skulde have Koncessionen paa den første og anden Afdeling af Banen. Efter nyt Andragende til Kongen om Ret til at transportere den under 25de Maj erholdte Koncession paa første Afdeling til det nye Selskab, faldt da endnu i Maj kgl. Resolution paa, at den forlangte Transport maatte ske, og at det sammentrædende Selskab kunde forvente at erholde Bevilling ogsaa paa den foreslaaede Udvidelse, saafremt det — i Overensstemmelse med hvad tidligere var bestemt for første Afdelings Vedkommende — inden 1½ Aars Forløb godtgjorde, at det disponerede over de fornødne Midler.

Som umiddelbar Følge af den sidst givne Tilladelse overdrog da nu Industriforeningen det sjællandske Jernbaneselskab sin Ret mod 1 pCt. af Aktiekapitalen, eller 15000 Rdl., hvoraf Foreningen efter Fradrag af 4000 Daler, som tilstodes Jernbanekomiteens Medlemmer og circa 1000 Daler, som vare gaaede med til Udgifter, beholdt de 10,000 Rd., der kom til at udgjøre Hovedparten af dens Grundfond. „Det sjællandske Jernbaneselskab" konstituerede sig nu Onsdagen den 10de Juli 1844.

Samtidig med Koncessionen af 25de Maj paa Strækningen Kjøbenhavn-Roskilde var der givet Tilladelse til Nivellementet, og nu tog da det egentlige Arbejde først sin Begyndelse, under Ledelse af Englænderen W. Radford. Det fuldførtes i Sommeren 1847, saa at Deres Majestæster den 26de Juni kunde indvie den nye Bane, den første i Kongeriget. Ved Højtideligheden i den Anledning ønskede Kongen som Svar paa Professor Davids Indvielsestale Held og Lykke over Entreprisen, og den talrig forsamlede Mængde sluttede sig med levende Hurraraab til Hs. Majestæts Udtalelse. At Sagen naturligvis vakte Opsigt, det følger af sig selv, — men den Slags karakteristiske Yttringer, som Jernbanerne andetsteds gav Anledning til, kunde man selvfølgelig ikke vente at høre her, dertil var Jernbanevæsenet alt nu for gjennemdrøftet og for bekjendt. Forhandlingerne i Viborg og Roskilde Stænderforsamling om Betingelserne for de nødvendige Expropriationer, ere da ogsaa fuldkommen uden Interesse i den Henseende. — Den store Mængde, der aldrig havde set saadan noget før, syntes naturligvis, at det var en prægtig Ting at kunne komme saa hurtigt afsted „her tillands, hvor vi anse det som et Mirakel at kjøre 1 Mil i 3 Kvarter", som „Dannevirke" udtrykte sig i Anledning af den holstenske Jernbane, — men man maa dog ingenlunde tro, at Jernbanebestyrelsen derfor dengang fremfor nu gik Ram forbi, hvor der var mindste Foranledning til Klage; man vil i Bladene fra den Tid finde den ene Besværing ovenpaa den anden lige fra den første Dag, Banen blev aabnet, — saa vidt var man strax, at man kunde erklære det hele for at gaa med Slendrian og utilgivelig Langsomhed.

Under alle de Forstyrrelser, Aarene 48—50 bragte, stod Spørgsmaalet om den anden Del af Banen, som naturligt var, i Baggrunden fremfor alt det meget andet, der trængte sig paa. Der blev da heller ikke Tale om den før i 1852, da der under 27de Febr. udfærdigedes en Lov om Rentegaranti for dens Anlægskapital, og siden i 1855, da der gaves Koncession paa den. Den fik da Interesse igjen; nu var Tiden kommen til dens Fuldførelse. 1856, den 27de April, blev den aabnet, og dermed var den sjællandske Jernbanes første Hovedlinie, 14,71 Mil, færdig.

Videre at gaa i Detail om de øvrige Baner og de Forhandlinger, de have givet Anledning til, Koncessionernes Datum o. s. v. skulle vi nu ikke indlade os paa; hvad der fortjener at fremhæves, tro vi at have samlet i følgende Tabel, der er uddragen af Statskalenderen for 1873.

Banelinie.	Aabningsdag.	Længde i Mil.	
A. Private Baner.			
1. Sjællandske:			Sjællandske Jernbaneselskab.
Kjøbenhavn-Roskilde.....	27 Juni 1847	14,71	Vestbanen
Roskilde-Korsør.....	27 April 1856		
Kjøbenhavn-Klampenborg ...	22 Juli 1863	0,75	Kjøbenhavns nye Banegaard taget i Brug den 14de Oktober 1864.
Kjøbenhavn-Lyngby.....	1 Oktbr. 1863	7,98	Nordbanen
Lyngby-Helsingør	9 Juni 1864		
Roskilde-Masnedsund	4 Oktbr. 1870	11,98	Sydbanen
2. Falsterbanen	.....	.....	Koncesssion overdraget af sjællandske Jernbaneselskab til Privatbanken.
Orehoved-Nykjøbing	22 August 1872	2,98	
Ialt...	.....	38,40	
B. Statsbaner. (Jydsk-fyenske).			
Aarhus-Randers.....	3 Septbr. 1862	7,82	
Langaa-Viborg.....	20 Juli 1863	5,31	
Viborg-Skive	17 Oktbr. 1864	4,25	
Skive-Struer.....	17 Novbr. 1865	4,38	
Struer-Holstebro	1 Novbr. 1866	1,85	Desuden har Staten den 1ste Decbr. 1868 overtaget Strækningen Vamdrup-Grændsen, circa 0,5 Mil.
Nyborg-Middelfart.....	7 Septbr. 1865	10,48	
Middelfart-Strib.....	1 Novbr. 1866	0,62	
Fredericia-Vamdrup	1 Novbr. 1866	5,30	
Fredericia-Aarhus	4 Oktbr. 1868	14,46	
Randers-Aalborg	19 Septbr. 1869	10,87	
Skanderborg-Silkeborg.....	2 Maj 1871	4,00	
Nørre Sundby-Frederikshavn	16 August 1871	10,85	
Ialt...	.....	80,19	
Totallængde...	.....	118,59	

For Øjeblikket er altsaa i Drift en Strækning af 118,59 Mil Jernbane, ɔ: 1 Mil paa hver 5,69 □ Mile Land og 66,4 Mil pr. Million Indbyggere. Desuden er der under 2den Oktober 1871 givet Koncession paa Anlæg og Drift af en Bane Roskilde-Holbæk-Kallundborg.

I Henseende til den Forøgelse i Landets Dampkraft, Driften af disse Baner har foranlediget, da vedføjes her en Tabel, der viser det nærmere derom.

Foruden de i denne Tabel nævnte Lokomotiver kommer endnu 3 paa Falsterbanen, saa at samtlige Baner raade over 99 Lokomotiver og 4 Rangeringsmaskiner.

Antal af Lokomotiver			
ved Slutningen af Aaret.	Sjællandske Jernbane.	Jydsk-fyenske Jernbaner.	
1847	5		
1856	15		
1858	19		
1862	18	5	
1863	24	6	
1864	27	8	Paa denne Bane anskaffedes desuden i 1869 2 smaa Rangeringsmaskiner og i 1872 2 lignende.
1865	23	16	
1866	27	20	
1868	27	40	
1869	27	49	
1870	40	49	
1871	39	58	
1872	38	58	

Uden yderligere Kommentar hidsættes til Slutning et Par almindelige Tabeller.

Tabel over Antal af Banemil i Drift i de forskjellige europæiske Lande og nogle udenfor Europa.

	Ved Begyndelsen af 1857.		Ved Begyndelsen af 1872.		
	Længde i danske Mil.	Forhold mellem Kvadratmil og Jernbanemil.	Længde i danske Mil.	Forhold mellem Kvadratmil og Jernbanemil.	Mil Bane pr. Million Indbyggere.
England	1824	3,1	3318	1,7	108
Tyskland med Preussen	1145	14,5	2827	6,3	70
Frankrig	865	11,2	2345	3.8	64
Østerrig	414	29,2	1598	7,4	44
Belgien	227	2,3	404	1,3	81
Rusland	130	738,4	1778	55,1	26
Italien	143	14,0	847	6,6	31
Spanien	77	116,9	722	12,3	45
Holland	44	14,6	193	3,1	54
Schweiz	39	18,9	195	3,8	78
Danmark	50	20,7	119	5,7	66
Sverrig	21	363,6	246	31,0	59
Portugal	17	104,2	105	16,8	26
Norge	9	644,4	56	103,5	33
Rumænien	»	»	107	19,8	27
Tyrkiet	»	»	39	245,4	24
Grækenland	»	»	2	446,0	1,6
Europa	5005	36	14962	12	
Amerikanske Fristater	5232	25	13446	10	
Brasilien	»	»	133	1129	
Kanada	»	»	615	24	
Mexiko	»	»	52	577	
Amerika	5232	127	14630	c. 45	
Engelsk Indien	»	»	1087	55	
Java	»	»	348	7	
Asiatisk Tyrki	»	»	305	102	
Asien	»	»	1164	c. 700	
Ægypten	»	»	140	43	
Algier	»	»	67	97	
Afrika	»	»	235	c. 2300	
Australien	»	»	240	c. 670	
Ialt	10237	c. 230	31231	c. 75	

Efter denne Tabel, der dels skyldes „Geographisk-statistisk Haandbog“, dels „Almanach de Gotha“ for 1873, beløbe altsaa nu hele Jordens Jernbanelinier, lagte ud i ret Linie, sig til en saadán Strækning, at de kunne spænde omtrent 6 Gange Ækvætor rundt.

Tabel, der angiver Længderne af samtlige Jernbaner paa Jorden for hver femte Aar.

1830	44	danske Mil	1855	9047	danske Mil
1835	321	—	1860	14192	—
1840	1140	—	1865	19265	—
1845	2313	—	1870	29490	—
1850	5048	—	1871	31231	—

FEMTE KAPITEL.

LOKOMOTIVERNE: KJEDEL OG FYRSTED. — UDBLÆSNINGS-RØR. — SIKKERHEDSVENTIL. — MASKINE. — TENDER. STEPHENSONS STYRING. — KLASSIFIKATION. CRAMPTON. — ENGERTH.

Medens paa en almindelig Landdampmaskine de to Hoveddele, der tilsammen udgjøre Maskinen, nemlig Kjedlen med Fyrstedet og selve Bevægeapparatet, meget kjendelig træde frem hver for sig, hører der nogen større Opmærksomhed til for ligeoverfor et Lokomotiv at finde sig tilrette. Lokomotivet er nemlig i Ydre saa forskjelligt fra enhver anden Dampmaskine, at man ved et flygtigt Øjekast vanskelig vil kunne se, at ganske de samme Organer her ere tilstede, virkende paa samme Maade og arbejdende i samme Orden. Alt synes her at være gaaet op i Kjedel, — en snøftende og pustende Kolos paa Hjul, der ved sin store Masse drager Opmærksomheden bort fra de i Sammenligning med den ubetydelige øvrige Maskindele. En nærmere Betragtning vil imidlertid lære, at Forskjellen kun er en rent ydre; der findes her intet nyt væsentligt Led, som omformer den almindelige Maskintype, det er kun Opstillingen, som er en anden. Naar vi da nu gaa over til at beskrive Lokomotiverne, saa kunne vi derfor her ligesaa vel som ved Dampskibsmaskinerne henholde os til alt, hvad tidligere i Almindelighed er sagt om Maskinernes enkelte Elementer, og kun hvor Afændringer ere tilstede, behøves der en nøjere Omtale.

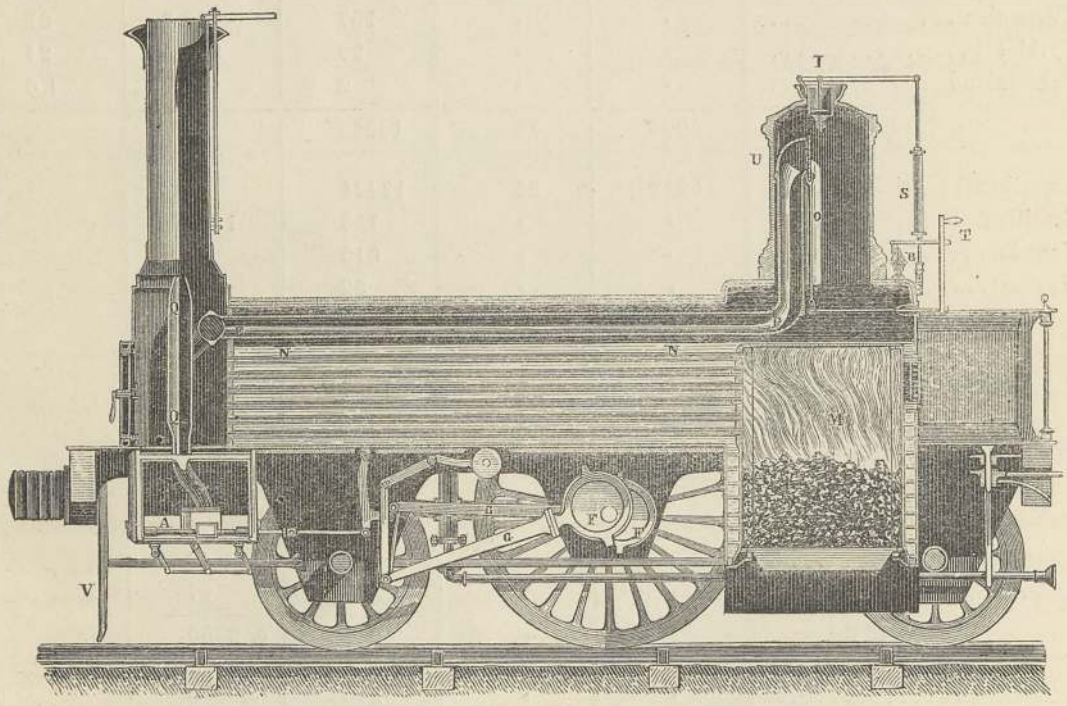


Fig. 124. Længdegjennemsnit af Lokomotivkjedlen.

Vi begynde med Kjedlen og alt dens Tilbehør og knytte Beskrivelsen til Figur 124, der viser et lodret Længdegjennemsnit af et Lokomotiv, saaledes at særlig alt, hvad angaar

Dampen og dens Fordeling, er antydet. M er Fyrstedet, hvis Rist ofte er indsat saaledes, at den kan slaaes fra ligesom en Lem, hvorved Brændselet øjeblikkelig kan kastes ned paa Vejen; C er Indfyringen. Røgen og den hede Luft stryge nu fra Ildstedet ud igjennem de i Kjedlen indlagte Rør, hvis Antal varierer mellem 120 og 170; Vandet, som fuldstændig omgiver disse Rør, er altsaa meget stærkt udsat for Varmens Paavirkning, saa at Dampdannelsen foregaar med stor Livlighed. Man vil bemærke, at ogsaa selve Ildstedet er omgivet af Vand undtagen netop ved Indfyringen C, saa at da kort sagt ethvert muligt Hensyn er taget til den størst mulige Nyttevirkning af det forbrugte Brændsel. Det er, som det vil erindres, Séguin, hvem saadanne Rørkjedler skyldes.

Den udviklede Damp samler sig som sædvanlig i Rummet over Vandspejlet N N, der her forlænger sig op i den saakaldte Dampkuppel O, hvorfra Damprøret, der leder til Cylinderen, udgaar; Hensigten dermed er at forhindre, at der med Dampen skulde føres noget af det Vand med over i Cylinderen, som paa Grund baade af Kogningen og Bevægelsen sprøjter omkring i Nærheden af Vandfladen; Damprøret U P E udgaar da derfor ogsaa fra Kuppelens Overdel. Fra Damprøret, som er forlænget ud i Røgkammeret, udgaar igjen to Sidegrene, der fører Dampen til de to paa Siderne anbragte Cylindre. Ved T ser man et Haandsving, som formedelst Stangen O staar i Forbindelse med en ved Indgangen til Damprøret anbragt Plade, den saakaldte Regulator, ɔ: et Spjæld, som kan drejes for eller fra Damprøret, hvorved Føreren altsaa bliver istand til efter Behag at spærre af for eller aabne for Dampen.

Lokomotivmaskinen er en Højtryksmaskine, og som alle andre saadanne kaster den den forbrugte Damp ud i Luften, dog, som man ved, paa en saadan Maade, at Spildedampen først maa gjøre Nytte, førend den faar Lov at slippe. Det er jo nemlig alt omtalt, at Stephenson fandt paa at anvende den Dampstraale, som kastes ud, til at forstærke Trækken, hvorved han opnaaede i samme Tid at kunne forbrænde langt mere Brændsel og følgelig udvikle langt mere Damp, end det paa sædvanlig Maade vilde have været muligt. Hvorledes dette gaar til, kan ses af Figur 125, der viser et Tværgjennemsnit af Lokomotivets forreste Parti, Røgkammeret, — Snittet lagt igjennem Glidernes Afløb. A A er de to Cylindre, Q Q de to fra Damprøret udgaaende bøjede Forgreninger,

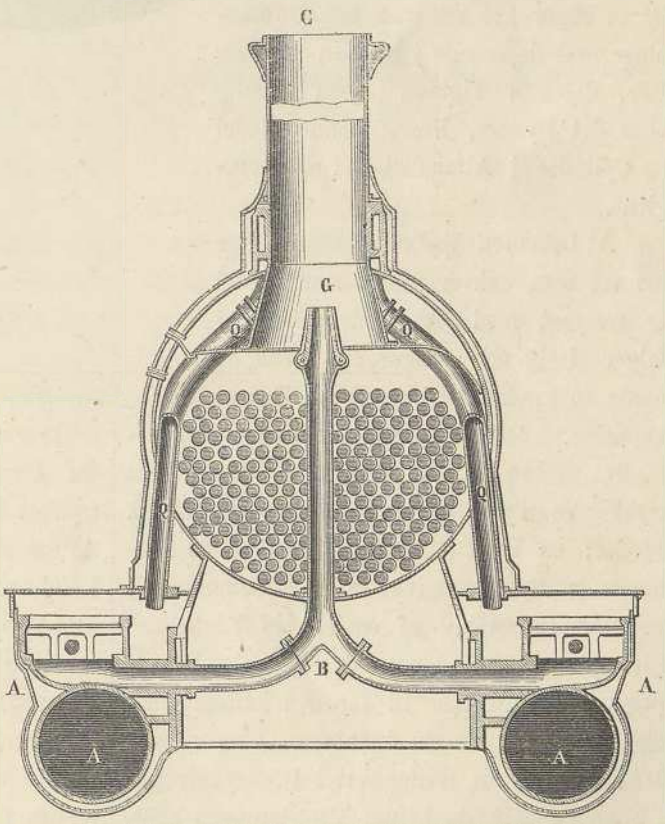


Fig. 125. Tværsnit af Lokomotivets Røgkammer.

som lede Dampen til Cylindrene, og som man her — smlgn. Fig. 124 — kommer til at se overskaarne. Naar Dampen da nu har virket,

føres den gjennem Gliderne ud i to Rør AB, som midt i Røgkammeret samle sig til det ene Rør BC, Udblæsningsrøret, der munder ud et Stykke oppe i Skorstenen GC. Den ved G med stor Hastighed udstrømmende Damp lider inde i Skorstenen en delvis Fortætning, hvorved frembringes en Sugning af Luft ud fra Kjedelrørene, og da saadanne Sugninger foregaa meget hurtigt den ene efter den anden, medfører dette igjen en overordenlig kraftig Træk.

Lokomotivskorstenen giver altsaa Afløb baade for Forbrændingsprodukterne fra Ildstedet og for Dampen, og deraf kommer det, hvad ofte ikke ret forstaaes, at den snart kan udspy Røg, snart Damp. Jo mere Damp, den sender ud, desto større Kraft udvikler Maskinen.

I Figur 125 ser man bag Udblæsningsrøret de mange i Kjedlen indlagte Rør, ligesom Figuren ogsaa tydelig viser det Hylster, hvoraf baade Kjedel og Cylinder i Almindelighed ere omgivne.

At Lokomotivkjedlen naturligvis lige saa vel som enhver anden Dampkjedel er forsynet med Sikkerhedsventil, det følger af sig selv; Figur 124 viser da ogsaa en saadan IS øverst paa Dampkuppelen. Det er en papinsk Ventil, dog afændret derhen, at det ikke er en Vægt, som trykker Ventilproppen til, men derimod en stærk Fjeder; en Vægt vilde paa Grund af de vedholdende Rystelser ikke være tjenlig. Den nærmere Indretning af en saadan Ventil kan sees af Figur 126, som ved A viser selve Ventilproppen, der lukker til for den i Støbejernsstykket BB anbragte Aabning. Vægtstangen DE, der har sit Hvilepunkt i D, trykker paa Stiften C, som da holder Ventilproppen nede, og Trykket selv skaffes tilveje af Fjedervægten EFGH. Denne bestaar nemlig af to Bøsninger, af hvilke den nederste sidder fast ved H, medens den øverste GF kan forskydes op og ned omkring den nederste. Endefladerne H og F af disse to Bøsninger ere igjen befæstede til Yderenderne af en indeni dem anbragt stærk Spiralfjeder, som stadig trækker dem imod hinanden, saa at der udfordres et opadgaaende Ryk i F for at holde dem fra at nærme sig hinanden. Den til F fæstede Stang FF_1 er nu lagt op igjennem et Hul i den paa Enden af DCE anbragte Skive E, og en Møttrik, som kan skrues op og ned ad de i FF_1

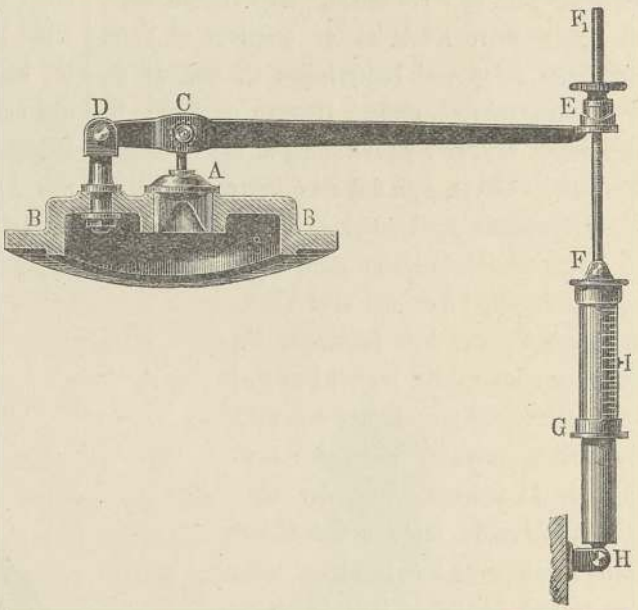


Fig. 126. Fjederventil.

udskaarne Skruegænger, holder igjen Skiven E fra at smutte op langs Stangen. Virker Damptrykket da altsaa nedenfra opad paa Proppen A, saa stræber det at løfte Vægtstangen DCE i Vejret, men har man ved Møttrikens Hjælp blot reguleret Spændingen af Fjederen tilbørlig, saa indsees det, at Proppen først da vil kunne løftes, naar Damptrykket overvinder den fra Fjederkraften hidrørende Modstand, hvis Størrelse kan aflæses paa Skalaen GF, angivet der af den til den inderste Bøsning fæstede Viser I, som træder ud gjennem en Slids i GF.

Paa Figur 124 sees endnu Dampfløjten B, et ganske lignende Apparat som den tidligere i Fig. 42 afbildede Alarmpibe; den er i større

Maalestok gjengivet i Figur 127, — der indsat umiddelbart ved Siden af Sikkerhedsventilen. A er Klokken, mod hvis Rand Dampstraalen kloves, B et Haandtag, som ved at rykkes til Siden aabner et Spjæld for Udstrømningsrøret,

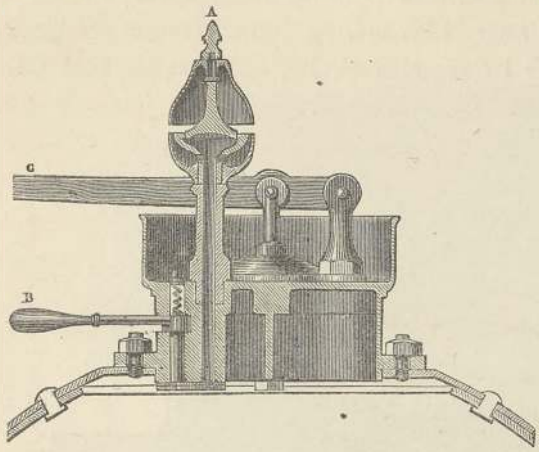


Fig. 127. Dampfløjte og Sikkerhedsventil.

saa at Dampen nu kan presse sig ud ad den ringformige Aabning foroven; hører Trykket op, tvinger Fjederen Haandtaget tilbage igjen. C er Ventilstangen.

Med Hensyn til Trykmaalere, da er det af sig selv indlysende, at der ved Lomotiverne kun kan være Tale om en af de to i Figurerne 49—50 afbildede; den i Figur 48 angivne vilde paa Grund af sin Længde og deraf følgende Skrøbelighed være aldeles uanvendelig.

Hvorledes nu alle disse sidst omtalte Apparater ere indsatte paa Kjedlen, kan sees af Figur 128, der viser Bagsiden af et Lokomotiv. A er Trykmaaleren, SS Sikkerhedsventilerne, C Dampfløjten; B er Vandstandshanerne, anbragte ganske som paa de sædvanlige Kjedler. Ved F sees Indfyringen, ved D det Haandgreb, som Maskinføreren haandterer, naar han vil kaste Brændselet ned paa Vejen, idet nemlig et Tryk paa Stangen DE tvinger den indenfor venstre Hjul anbragte Hage til at slippe, hvorved Risten kommer til at falde fra. Ved G endelig sees Haandtaget paa en større Vægtstang; Bestemmelsen med den skal senere blive omtalt. Tilsidst skal om Kjedlen endnu kun bemærkes, at den er hængt op paa Undervognen i stærke Fjedre. —

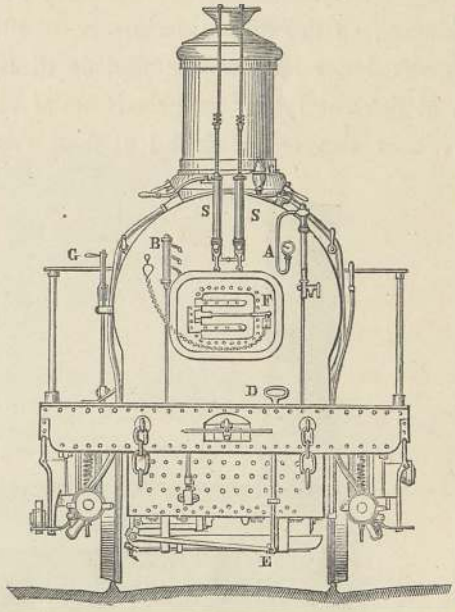


Fig. 128. Bagsiden af et Lokomotiv.

Hvad dernæst selve Maskinen angaar, da skal Fig. 129 give nærmere Oplysning om den. Man ser da først ved A den ene af de to Cylindre, hvori Dampen virker; den viser sig forsynet med to Haner, smlgn. Fig. 124, der begge samtidig kunne aabnes og lukkes, idet deres Greb ere fæstede til samme Stang, som er ophængt bevægelig i et midt imellem Hanerne anbragt Hængsel.. Meningen med disse Haner er at skaffe Afløb for det Vand, som enten paa Grund af Afkjøling eller derved, at Dampen har ført det med over, samler sig i Cylindrene; et Ryk til den ene Side aabner dem begge samtidig og Vandet strømmer ud, et Ryk tilbage lukker dem igjen. S er Stempelstangen, som styres af Kulisserne a, a; den griber paa sædvanlig Maade fat i det ene Endepunkt af en Plejlstang D, hvis andet Endepunkt igjen er fæstet til en Bolt paa Drivhjulet EB, ganske som ellers til Maskinaxlens Krumtap. Drivhjulet gjør altsaa selv Tjeneste som Svinghjul.

Hele Virkningen af Dampen overføres føl-

gelig kun paa de to Drivhjul; de andre fire løbe rundt paa Grund af Gnidningsmodstanden mod Skinnerne og tjene blot til at bære Maskinen. Drivhjulenes Axel er den egentlige Maskinaxel, og det følger af sig selv, at Plejlstængerne derfor ere saaledes fæstede til Hjulene, at den ene rykker med Maximum af Virkning, naar den anden staar i et dødt Punkt. Krydshoved er anbragt en mindre Stang, som fører Pumpestemplet; ved M sees en saadan Fødepumpe. Sker Forsyningen ved Injektor, saa falder naturligvis alt dette bort; Maskinføreren har Injektoren hos sig, han lukker op for den, naar Vandstandsrøret viser, at Kjedlen trænger til Vand, og ligegyldigt om Maskinen er i Gang eller ej, besørger Damptrykket Til-

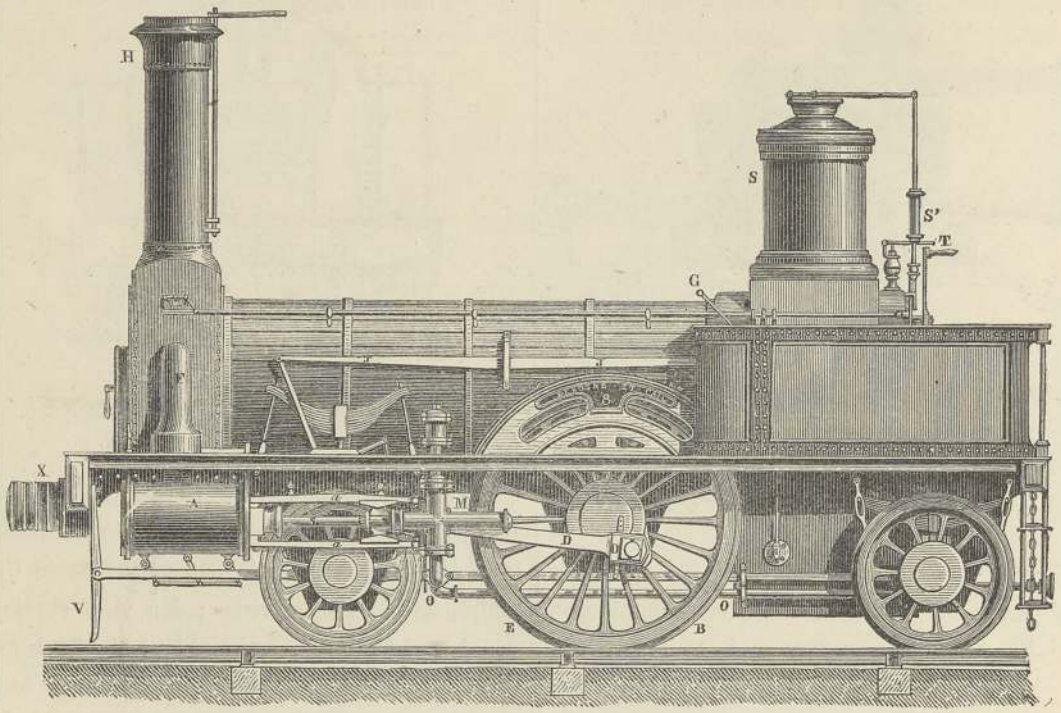


Fig. 129. Lokomotivmaskinen.

Da Maskinen forbruger en saa overordenlig stor Mængde Damp, er det indlysende, at Vandstanden meget hurtigt vilde gaa ned under den tilladelige Grændse, saafremt man ikke stadig sørgede for at tilføre Kjedlen nyt Vand. Det sker da naturligvis altsaa, og den Maade, hvorpaa det iværksættes er ogsaa her enten ved Fødepumpe eller Injektor. I begge Tilfælde er Forsyningsrøret anbragt ganske paa samme Maade, nemlig saaledes, at det fra Vandbeholderen, der findes paa Tenderen, er lagt ind under Lokomotivet; det er i Figuren angivet ved OO. Benyttes Pumpe, da driver selve Stempelstangen Pumpen, idet der paa dens førslen. En Hane paa Forsyningsrøret er anbragt saaledes, at dens Haandgreb altid kan manøvreres fra Førerens Plads.

Vandbeholderen findes altsaa paa Bivognen, — Tenderen, som den kaldes i alle Sprog, — en Vogn, som altid følger Lokomotivet, og som er dettes Forraadskammer, idet den baade bærer dets Vand og dets Kul. Den er afbildet i Gjennemsnit i Figur 130, og, som man ser, er den afdelt i to Rum, saaledes at forstaa, at Vandbeholderen C er lagt udenom Kulrummet ligesom en Hestesko; derved er Vægten saa vidt muligt ligeligt fordelt paa alle Axler. Vandbeholdningen varierer fra 150 til 250 Kubik-

fod, Kullasten fra 2 til 6 Tusinde Pund. — Vandet heldes i Beholderen C gjennem Tragten A B, hvis mange fine Huller holde tilfældige Urenheder tilbage, saa at kun rent Vand kommer over i Kjedlen; Forsyningsrøret I sees at udgaa fra Beholderens forreste Parti.

skinisten før og under Farten har at gjøre, skal nu yderligere oplyse det alt anførte.

Naar Trykmaaleren har angivet, at Dampspændingen er tilstrækkelig stor, leder Føreren, ved at dreje Regulatorspjældet U, Figur 124, fra Mundingen af Damprøret U P E, Dampen

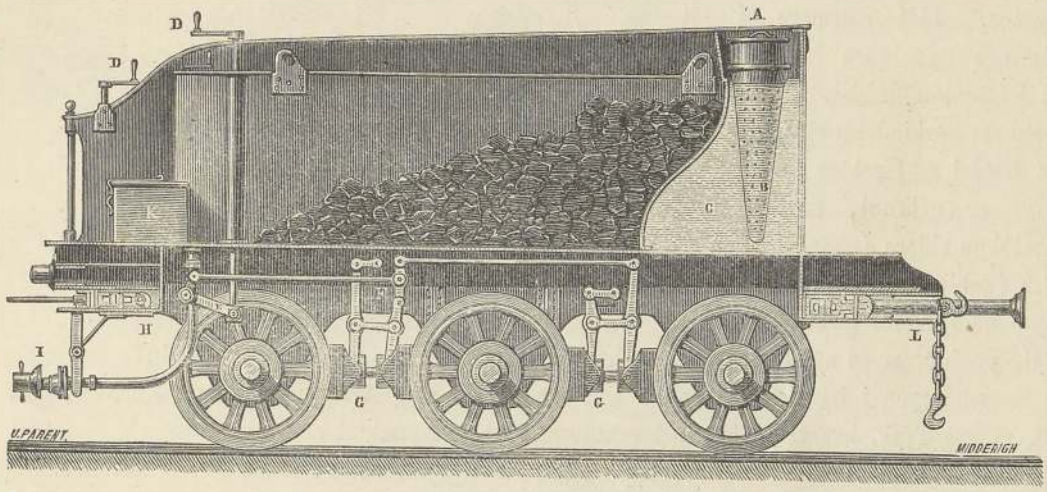


Fig. 130. Tenderen.

Paa Tenderen findes desuden en Kasse K, hvori Maskinisten har sit Værktøj og hvad andet, han ellers skal have hos sig, Oliekander, Tvist o. s. v. Endelig er den forsynet med Bremseapparat D G G, som sættes i Virksomhed, naar Toget skal standse.

Figur 129 viser endnu et Par Apparater, som ere værd at bemærke, saaledes ved V Banerømmeren, der kaster Sten eller lignende tilside; om Vinteren bindes der en Kost paa den, hvormed den fejer Sneen bort. Ved H er oppe i Skorstensmundingen anbragt en Plade, som kan slaaes mer eller mindre tæt for, hvorved altsaa Trækken efter Behag kan forøges eller formindskes; et Ryk i den lange Stang, som sees at strække sig langs Siden af Kjedlen, bringer den til at indtage den i hvert Øjeblik mest passende Stilling. X endelig er Stødpuden, Bufferen, der ved Sammenstød formindsker Stødets Voldsomhed.

En kort Optælling af de Haandgreb, Maind i Cylindrene. Stemplerne begynde da strax at flytte sig, med dem Stempel- og Plejlstængerne, som igjen tage Drivhjulene med sig, og Lokomotivet sætter sig nu i Fart, medtagende Tenderen og Waggonerne, der ere hæftede fast den ene bag den anden ved en stærk Krog og Kjæde.

Men medens Maskinen arbejder, forbruges lidt efter lidt baade Brændselet og Kjedelvandet, og begge Dele maa altsaa fornyes, det første ved ny Paakastning gjennem Fyraabningen, det andet ved Indsprøjtning gjennem Forsyningsrøret, hvis Hane da nu aabnes; Fødepumpen eller Injektoren besørger derefter Forsyningen. Er Trækken for livlig, eller man vil mindske Farten, rykkes Stangen til Skorstensspjældet tilbage, saa at de udstrømmende Forbrændingsprodukter faa en snevrere Aabning at passere end før; Spildedampens Virkning til Trækkens Forøgelse hæmmes altsaa, og Dampproduktionen formindskes.

Kort førend Toget naar Stationen, rykkes Haandtaget paa Alarmpiben tilside; en Dampstraale presser sig da øjeblikkelig ud mod Klokkens Rand, og en gjennemtrængende Fløjten underretter Stationspersonalet om Ankomsten. Lidt nærmere inde ved Bygningen lukkes Regulatorspjældet, og da enhver Forbindelse mellem Kjedel og Maskine nu altsaa er afbrudt, gaar Toget kun videre formedelst den Hastighed, det i det Øjeblik har. Som Følge af, at ingen Damp nu længere forbruges, medens dog Ilden stadig producerer en ny Mængde, stiger herefter Dampspændingen i Kjedlen lidt efter lidt saa vidt, at det Tryk, hvorved Sikkerhedsventilerne aabne sig, naaes; Ventilerne give altsaa efter, og man ser en stadig Udstrømning af Damp fra Ventilhullerne. Samtidig sætte baade Fyrbøderen og Konduktørerne de forskjellige Bremser i Gang, og da Modstanden derved bliver bestandig større, standser Bevægelsen fremad nu meget snart.

Inden Afrejsen til næste Station skal begynde, kan det nu hænde, at Lokomotivet skal spændes fra og indrangere nye Vogne i Toget eller tage Vand i Tenderbeholderen eller paa en eller anden Maade benyttes, mulig til at skyde selve Toget noget tilbage; det maa da staa i Maskinmesterens Magt at sætte det i Fart enten fremad eller tilbage, og det er det, som sker ved den Mekanisme, der bringes i Virksomhed ved det Haandtag G, Fig. 128 og 129, vi allerede have henledet Opmærksomheden paa. Figur 131 tjener til at oplyse det nærmere om denne særdeles vigtige Mekanisme, den saakaldte stephensonske Kulissestyring. Den er et Komplex af to paa Drivhjulets Axel fæstede Excentriker F, F', der ere saaledes forskudte for hinanden, at deres ensliggende Punkter altid staa hinanden diametralt modsat. Endepunkterne bb' af de to Excentrik-

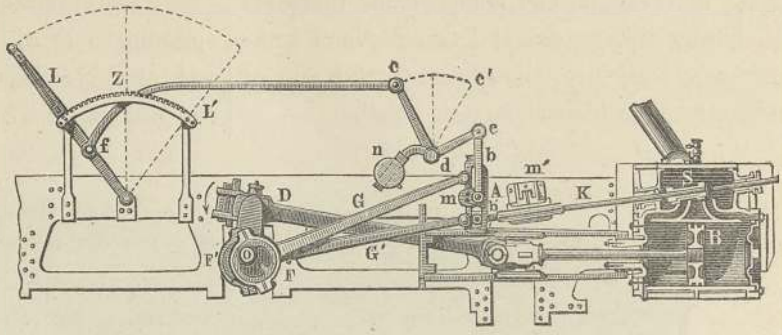


Fig. 131. Stephensons Kulissestyring.

stænger G G' ere indbyrdes forbundne ved en Kulisse A, der i Midten, ved m, er fæstet til et Vægtstangssystem e d c f, saaledes at den kan hæves eller sænkes ved Forskydning af disse Vægtstænger. I denne Kulisse ligger en til Endepunktet af Gliderstangen K fæstet Glidebuk, saaledes at forstaa, at Kulissen kan skydes op eller ned om denne, der holdt fast af Styringen m' ikke selv kan gaa med. Derved bliver det muligt at bringe ethvert Punkt af Kulissen til at ligge an mod Glidebukken, og derved igjen at faa Glideren S til at gaa frem og tilbage, ført af en af Excentrikstængerne G eller G', eller af et Punkt paa Kulissen imellem dem. Som Forholdet er i Figuren, er det Excentriken F', der ved Kobling af Stangen G' med Gliderstangen K sætter Glideren i Bevægelse. Dampen træder ind paa højre Side af Stemplet B, driver dette tilvenstre og foraarsager altsaa en Omdrejning af Drivhjulet i Retning af Pilen, hvilket, som man let vil indse — idet B er foran paa Lokomotivet — igjen svarer til en Tilbagegang af Lokotivet; Excentriken F' er derfor Baglænds-Excentriken.

Vinkelvægtstangen c d e, hvis Hvilepunkt er ved d, staar ved Trækstangen c f i Forbindelse med den enarmede Vægtstang L, der løber ud i et Haandtag; dens Stilling tilvenstre i Figuren o: bagud paa Lokomotivet, svarer til Maskinens Tilbageløb. Men skal Maskinen om-

styres, saa trykker Føreren L fremad til den yderste Stilling L' tilhøjre — punkteret i Figuren — Punktet c flytter sig derved til c', Armen de med Trækstangen em, og dermed igjen hele Kulissen A, nedad, og nu kobles da Excentrikstangen G sammen med Gliderstangen K, idet Punktet b af Kulissen bringes til at ligge an mod Glidebukken. Derved bevirkes igjen aabenbart en Forskydning af selve Glideren S; thi da Punktet b er længere fjernet fra Drivhjulsaxlens Midtpunkt o, end Punktet b', saa maa nødvendigvis det venstre Endepunkt af Gliderstangen K forskydes tilhøjre et Stykke saa stort som Forskjellen ob ÷ ob' mellem Afstandene af Punkterne b og b' fra o, og deraf følger igjen, at selve Glideren S maa skydes lige saa meget fremad.

En Omlægning af Stangen L fra Stillingen L til Stillingen L' har altsaa en Bevægelse fremad af Glideren tilfølge, og denne Bevægelse er saa stor, at den højre Dampgang, der før var fri, nu kommer ind under Glideren, medens den venstre, der før førte til Afløbet, nu bliver aabnet for Damptilstrømningen fra Kjedlen. Fra nu af træder da Dampen ind paa venstre Side af Stemplet, dette trykkes fremad (tilhøjre), Plejlstangen trækker Hjulet med sig i modsat Retning af Pilen, og Maskinen gaar altsaa fremad. Excentriken F er følgelig Fremad-Excentriken.

I ethvert af de to betragtede Tilfælde løber et af Punkterne b og b' blindt, i første Tilfælde (tilbage) Punktet b, i sidste (fremad) Punktet b'. Men stiller man Stangen L i en Mellemstilling mellem L og L', f. Ex. lige midt imellem, saa løbe begge Punkterne b og b' blindt, idet nu Glidebukken kommer til at ligge midt i Kulissen, ved m. I saa Tilfælde flytter Glideren sig aldeles ikke, Maskinen kan altsaa slet ikke arbejde. I enhver Stilling imellem denne Midtstilling og de to yderste staar Glideren under Indflydelse af begge Excentrikerne, og dette har igjen en større eller ringere Grad af Expansion tilfølge. Den stephensonske Styring tilsteder altsaa, at man efter Behag kan arbejde med fuldt Tryk eller med Expansion og hvad mere er, den gjør det muligt under selve Farten at afændre Expansionen efter Forgodtbefindende.

Som Modvægt mod Kulissen og Excentrikstængerne er endnu ved n anbragt en Vægt; endvidere er Stangen L, forat den ikke skal forflytte sig fra den Stilling, man har bragt den hen i, forsynet med en Klink, som falder ned i en af Udskjæringerne paa Buen Z; denne Klink bliver da først løftet, inden Stangen lægges om.

Sagen er herefter kort og godt den, at Maskinføreren i ethvert givet Øjeblik kan renversere Dampen, som det kaldes; o: lede den ind paa den Side af Stemplet, der er modsat den, den ifølge Gliderens Stilling i det betragtede Øjeblik vilde træffe. Sker dette, medens Maskinen staar stille, saa løber den frem eller tilbage, eftersom Dampen er kastet ind bagved eller foran Stemplet; men sker det under selve Kjørselen, da bringes Hjulene selvfølgelig ikke derfor til at løbe rundt i modsat Retning, — Forholdet er da et helt andet.

Man kan let indse, at en Omstyring i saa Tilfælde maa virke som en stærk Bremsning, idet nu Damptrykket kommer til at virke imod Bevægelsen; men dermed er Sagen ikke gjort, thi den Bevægelse fremad, Lokomotivet endnu i lang Tid vilde have formedelst den Hastighed, det i Øjeblikket har, vil her medføre et ganske aparte Forhold. Man overveje nemlig blot, hvorledes det vilde gaa, saafremt Dampen foreløbig var helt afspærret fra Cylinderen, idet Regulatorspjældet var drejet for; det er da ikke længer Stemplet, som ved sin Bevægelse tager Hjulene med sig, men det er Maskinens Bevægelse fremad, der bringer Hjulene til at gaa rundt, og de tage igjen Stemplerne med sig. Hvis nu Dampen pludselig renverseres, saa staar Stempel og Glider netop som i Fig. 131;

men medens forhen den i denne Figur antydede gjensidige Stilling af disse to Maskindele tydede paa, at Stemplet bevægede sig fra højre til venstre, trykket af Dampen, saa gaar det nu paa Grund af Maskinens Fart fremad fra venstre til højre ɔ: imod Damptrykket. Deraf bliver for det første Følgen den, at den Damp, der fra Kjedlen løber over i Cylindren og møder Stemplet, presses tilbage til Kjedlen igjen; men desuden resulterer der ogsaa deraf, at siden Stemplet gaar fremad i Cylinderen, saa bliver det damptomme Rum bag (tilvenste for) Stemplet bestandig større, og da det igjennem Gliderens Afløb og Udblæsningsrøret og Skorstenen staar i Samkvem med den atmosphæriske Luft udenfor, saa sker der altsaa en Sugning af atmosphærisk Luft ind bag Stemplet. Naar nu dette er kommen helt hen tilhøjre og skal tilbage igjen, saa er altsaa for det første al Dampen foran det presset tilbage gjennem Gliderkassen op i Kjedlen, og hele Rummet bag det fyldt med Luft; nu slaar Glideren om, Rummet tilhøjre for Stemplet kommer i Samkvem med den udvendige Luft, der pumpes ind, efterhaanden som Stemplet gaar tilbage, og Rummet bagved, som er fyldt med Luft, kommer i Samkvem med Gliderkassen, op i hvilken dets Luftbeholdning nu presses. Resultatet bliver altsaa, at der samtidig med denne meget kraftige Bremsning paa Grund af Damptrykket mod Stemplet (contre-vapeur) sker en stadig Indpumpning af Luft i Kjedlen, hvilket naturligvis igjen medfører, at Trykket derinde løber meget hurtigt tilvejrs.

Har man tilfulde erkjendt dette, vil man let kunne indse, at et Lokomotiv uden Damp — en saakaldet *død Maskine* — vil kunne komme til at pumpe sig selv saa fuld af Luft, at det vil kunne løbe fremad ved sin Luftbeholdnings Spændkraft alene. Man tænke sig nemlig blot, at en saadan død Maskine skal bringes fra en Station til en anden, og at Maskinføreren under Kjørselen slaar sin Glider om til Renvers. Hans Kjedel er da i ganske lignende Omstændigheder, som naar ellers et Lokomotiv i Fart renverserer for at bremse. Paa Grund af den Bevægelse, Maskinen faar fremad, bevæge Stemplerne sig uafbrudt frem og tilbage i Cylindrene; der pumpes altsaa bestandig mere og mere Luft ind, Trykket derinde voxer og kan naa den Maximumsgrændse, hvorved Ventilerne aabne sig; — og er da saa alt dette sket, saa behøver Føreren kun at slaa sin Glider om igjen, saa virker den sammenpressede Luft ganske som Damp og vil, forudsat at den døde Maskine løber forrest, skudt frem af den anden, meget godt kunne give den forhen døde Maskine en saadan Fart, at den kan emancipere sig fra sin hidtil stærkeste Kollega og løbe ind til Stationen, hvis den da ellers er denne nær nok. Saadant har man ogsaa virkelig faaet at se. —

Et godt konstrueret Lokomotiv kan til daglig Tjeneste ikke holde ud længere end en 14—15 Aar, medens de Maskiner, der paa de store Banegaarde ere i stadig Brug Dag og Nat og altid have Damp oppe, vare meget længere. Dette ser overraskende ud, for saa vidt som det — tværtimod al anden Erfaring — viser, at en Maskine kan vare længst, naar den bruges mest; men Sagen er dog meget let forstaaelig, thi det hele ligger simpelthen i, at de periodiske Opvarmninger og Afkjølinger og deraf følgende Udvidelser og Sammentrækninger, det første flere Gange i Døgnet lider, lidt efter lidt medføre dets Ødelæggelse.

I de Principer for Lokomotivernes Konstruktion, Stephenson slog fast i 1830, er der til Dato endnu ikke sket en eneste Forandring; endnu er Betingelserne for hurtig Dampudvikling og livlig Træk Rørkjedel og Udblæsningsrør. Men deraf følger dog naturligvis ikke paa nogen Maade, at alle Lokomotiver ere støbte i samme Form; det er da ogsaa saa lidet Tilfældet, at tværtimod de enkelte Maskindele baade i Ret-

ning af Størrelse, Plads og Gruppering ere yderst forskjellige, og at Lokomotiverne altsaa, om end altid hinanden meget lige, dog for den nærmere Betragtning vise visse Forskjelligheder, der karakterisere dem som henhørende til forskjellige Systemer.

Som det nemlig kunde ventes, at den uhyre Udvikling, Jernbanevæsenet har faaet, og den deraf følgende Mangfoldighed af Forhold, hvorunder Lokomotiverne maatte komme til at virke, vilde gjøre det ønskeligt i hver specielt Tilfælde at faa visse bestemte Krav opfyldte, saaledes er det ogsaa virkelig gaaet; Lokomotiverne have ligesom alle andre Dampmaskiner maattet lade sig omforme efter ethvert Tilfældes Behov. Og nu er det igjen især to Fordringer, der have været stillede: stor Hastighed og stor Trækkekraft; Hensynene dertil er derfor dem, der have bidraget mest til Modifikationerne o: til at skabe de forskjellige Systemer, som nu ere i Brug. Vi skulle nu omtale de vigtigste af disse, dem, der med størst Skarphed lade sig skille fra hverandre; inden vi dog gaa over dertil, give vi et Par almindelige Oplysninger om Udviklingen.

I Stephensons Lokomotiv Raketten var Ildpaavirkningsfladen 138 Kvadratfod, men allerede fem Aar efter var man kommen op til det firdobbelte, og nu anvender man ganske almindeligt en Flade paa 1000 Kvadratfods Tryk, i enkelte Tilfælde endog det dobbelte deraf. Samtidig har man bragt Dampspændingen op fra 3 til 8, 9 ja endog 10 Atmosphærers Størrelse, ligesom da ogsaa Vægten af den i given Tid fordampede Vandmængde løb op fra 8—900 Pd. til at begynde med til 10000 Pd. i Timen og derover, medens Brændselsforbruget stadig blev mindre og mindre.

Vægten af selve Maskinerne — og som Følge deraf deres Vedhængning ved Skinnerne, der igjen bestemmer deres Trækkekraft — har ligeledes været i stadig Stigning. Raketten vejede godt 4 Tons; de sexhjulede Maskiner, der kom frem i 1835, havde allerede 12—13 Tons Vægt, og denne løb stadig op, saa at den i 1850 naaede Værdien 36 Tons. Men efterat de engerthske Lokomotiver (8 Hjul) kom i Brug i 1855, har man endnu set Vægten overordentlig meget forøget; den løber op til 55, ja endog 65 Tons. Bruttovægten af den Byrde, der trækkes, er samtidig hermed gaaet op fra 40 til 100, 200, i Engerths Lokomotiver endog til 500 Tons. — Hastigheden var til at begynde med 3—4 Mil dansk i Timen, nu varierer den alt efter Omstændighederne fra 4 til 10—12 Mil.

Disse Tal vise altsaa en bestandig Fremgang i de antydede Retninger; men dette er ikke nok, ogsaa i Henseende til Varighed staa de nuværende Lokomotiver langt over de ældre, og man kan godt regne, at de i den sidste Snes Aar byggede Maskiner kunne løbe rigeligt en halv Gang til saa langt som de ældre, førend de trænge til Reparation. Dette hidrører ikke alene derfra, at Maskinbygningen nu i det hele taget staar paa et langt højere Trin end før, hvoraf følger, at de enkelte Maskindele kunne dannes til med større Nøjagtighed end tidligere, men meget væsenligt ogsaa derfra, at man nu anvender Smedejern, hvor før Støbejern gjorde Tjeneste, og Staal i Stedet for Smedejern.

Antallet af Hjul paa Lokomotiverne er 4, 6 eller 8, hyppigst 6. Disse Hjul ere ikke lige store (smlgn. Figurerne) og det af Hensyn til, at man ved at give Drivhjulet en stor Omkreds, let forøger Hastigheden i en betydelig Grad. Det er jo nemlig klart nok, at hvergang Drivhjulet er gaaet en Gang rundt, har Lokomotivet bevæget sig fremad en Vej, saa lang som Hjulets Omkreds; giver man altsaa Hjulet en stor Omkreds, saa vil Maskinen med samme Antal Stempelslag gaa længere fremad, end om Drivhjulet var mindre. Man kunde opnaa det samme ved at lade Maskinen gjøre flere Slag i Minutet, men derved kommer man dog snart til en Grændse, der ikke lader sig overskride uden altfor stort Tab i Retning af Nyttevirkning af

den forbrugte Damp og samtidig overordenlig stort Slid af de enkelte Maskindele, der ere i Bevægelse. Skal der altsaa være Tale om udover en vis Grændse at forøge Hastigheden, saa maa det ske derved, at det er Drivhjulene, der gjøres større.

Herved er dog imidlertid ogsaa en Vanskelighed, og det er den, at Kjedlen kommer til at ligge desto højere, jo større Hjulenes Radius bliver; Tyngdepunktet rykker altsaa beforsom hidtil under den. Figur 132 viser, hvorledes det dermed forholder sig, idet den viser, hvorledes Drivhjulene blive anbragte helt bagude paa begge Sider af Maskinførerens Plads, og den lader forstaa, at det er muligt endnu et godt Stykke ud over den Grændse, Tegningen angiver, at forøge Hjulets Størrelse, uden at Kjedlen derfor behøver at blive løftet utilbørlig højt. — Det cramptonske Lokomotivs Drivhjul have et Gjennemsnit af fra 5,5 til 6,5 Fod; da

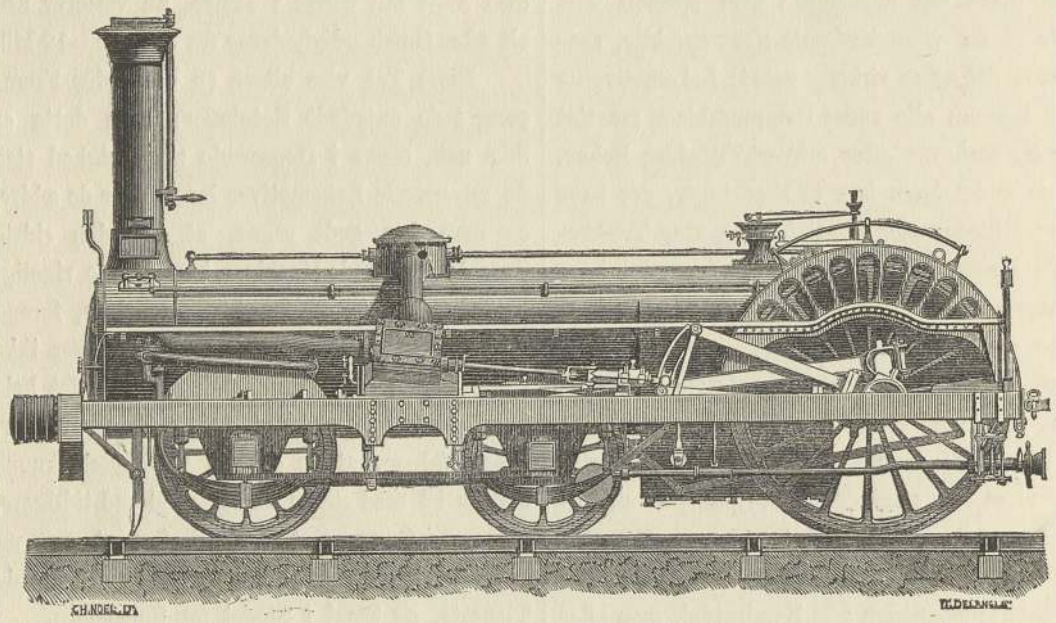


Fig. 132. Cramptons Lokomotiv.

standig højere op, og derved formindskes Maskinens Stabilitet. Udover en vis Grændse kommer man følgelig heller ikke her, saalænge man ikke træffer nye Dispositioner i Henseende til Kjedlens Ophængning paa Hjulaxlerne.

Man var i 1848 ved denne Grændse; man var saa vidt, som det paa nogen Maade kunde gaa an at løfte Kjedlen, og det saa altsaa ud, som om man nu maatte slaa sig tiltaals, som om det var umuligt at opnaa en større Hastighed, end den man havde. Da kom der dog pludselig en Løsning, som tillod at gaa endnu langt videre. Sagen var nemlig den, at den engelske Ingeniør Crampton fandt paa at lægge Drivhjulsaxlen hen bag Kjedlen i Stedet Tyngdepunktet ligger meget lavt, og da Hjulaxlerne ere langt fra hinanden, udmærker det sig ved stor Stabilitet; Tilsynet med det under Farten er let.

Det følger af sig selv, at dette Lokomotiv med et Slag gav Banetogene en saadan Forøgelse i Hastighed, at intet andet i den Retning kunde konkurrere med det; det muliggjorde en Hurtighed i Forbindelserne, som aldrig før var kjendt, en Hurtighed, som for Persontrafiken havde uhyre meget at sige, og som da ogsaa meget snart opfattedes som saa betydningsfuld, at Banerne bleve nødte til at indføre Iltog, overvejende beregnede paa Personbefordring. Det cramptonske Lokomotiv er da

altsaa det første Iltogslokomotiv; det første, men ikke det eneste, heller ikke det mest benyttede. Det bruges ikke i England, derimod i Frankrig baade paa Øst- og Nordbanerne og paa Lyonerbanen, desuden enkelte Steder i Tyskland, især i Baden.

Af andre Lokomotiver til Persontogstjeneste skal her nævnes dem, der skyldes Mac Connell, Buddicom og Stephenson. De første, som anvendes paa London-Liverpool Banerne, have større Ildpaavirkningsflade end Cramptons, ere ogsaa lettere og forbruge mindre Brændsel; derimod ere de ikke saa kraftige, ikke heller er deres Stabilitet saa stor. Paa Buddicoms Maskinerne, som udmærke sig ved stor Lethed, sidde Drivhjulene midterst og Cylindrene ligge skraat, Gliderne horizontalt, altsaa ganske modsat Anordningen i Cramptons Lokomotiver; det er dem, som mest bruges i England. Stephensons Maskiner endelig, som løbe paa Linien York-Newcastle, have som Hovedforskjel fra de sidstnævnte den Mærkelighed, at de drives af tre Stempler, saaledes at forstaa at to Cylindre som sædvanlig sidde paa Siderne af Lokomotivet, og en tredie desforuden midt inde under dette. De to første arbejde i et og alt samtidigt, medens den tredies Stempelstang gaar frem, naar de andres gaa tilbage og omvendt; herved opnaaes, at den forunderlige bugtende Bevægelse i Toget, der ellers skyldes det afvexlende mer eller mindre stærke Træk paa Siderne, og som forplanter sig hele Toget igjennem og gjør, at det ser ud, som om det løb i Slangegang, fuldstændig undgaaes. Drivhjulene sidde midterst. — Hos os benyttes ikke særegne Lokomotiver til Iltogene.

Stor Hastighed er for Personbefordringen paa Jernbanerne en aldeles nødvendig Betingelse; men at opnaa den, er ikke det eneste, Banebestyrelserne maa lægge Vægt paa, thi Passagertrafiken har i Spørgsmaalet om Banernes Rentabilitet meget mindre at sige end Godsbefordringen. Et meget væsenligt Hensyn maa altsaa tages til denne sidste, og derfor maa Banerne eje Lokomotiver, som kunne trække meget, o: mange sværtlæssede Vogne, saasom det af Hensyn til Lethed og Sikkerhed i Færdselen overhovedet er heldigere, at saa meget Gods som muligt gaar med et enkelt stort Tog, fremfor at flere mindre sættes i Gang; selvfølgelig maa der da saa slaaes af paa Hastigheden.

Dette kan nu opnaaes enten ved en Forøgelse af Rist- og Ildpaavirkningsfladernes Størrelse, for saa vidt som saadant har en kraftigere Dampudvikling tilfølge, eller, hvad hyppigst er Tilfældet, ved en Sammenkobling af flere Hjul end ellers, hvorved den Vægt, de bære, og den deraf følgende Vedhængning ved Skinnerne kommer til at virke med til Forøgelse af Trækkekraften. Godstogslokomotiverne kjendes da derpaa, at deres Hjul, som i Reglen alle ere lige store, alle ere sammenkoblede; deres Antal er 6 eller 8, i ganske enkelte Tilfælde 12.

Endnu andre Midler til Trækkekraftens Forøgelse have været foreslaaede og anvendte, men ere enten aldeles opgivne eller gaa, for saa vidt som de endnu benyttes, mere og mere af Brug. Vi tænke herved paa de maffeiske og engerthske Maskiner, hvis Historie er følgende. Det særdeles skraat liggende Spor, som i stadige Bugtninger snor sig nedad Sømmering paa Banestrækningen Wien-Triest, og som det ved Banens Anlæg var aldeles umuligt at anbringe anderledes, det kunde man ikke paa nogen Maade passere med nogenlunde svære Train ved Hjælp af de Lokomotiver, der vare i Brug indtil 1850. Den østerrigske Regjering udstedte derfor en Indbydelse til Konkurrence for saadanne Lokomotiver, som baade formaaede at trække svære Train opad nogenlunde betydelige Heldninger og desuden vare indrettede paa at løbe henad Krumninger med smaa Radier.

Den udsatte Pris blev vundet af det af Maffei i München konstruerede Lokomotiv

Bavaria, hvis Fortrin i Indretning bestod deri, at det bragte Tenderhjulene med ind i Sammenkoblingen og altsaa lod ogsaa dem bidrage med til at trække. Dermed forholdt det sig saaledes, at der paa Lokomotivhjulenes Axel var lagt et Par Kjæder uden Ende hen om Tandhjul paa de to forreste Tenderhjuls Axel, saa at disse to kom til at udgjøre en Del af selve Maskineriet, tilførende dette en Del af Tenderens Vægt og dermed igjen en ny Forøgelse af Vedhængningen, som summerede sig til den alt tilstedeværende; Trækkekraften blev altsaa større.

Nu ser det rigtignok underligt ud, at man i 1851 kunde præmiebelønne en Konstruktion, der led af ganske de samme Ulemper, som den man allerede ved Jernbanernes Debut i 1830 havde erkjendt som saa væsenlige, at man dengang strax forlod det hele paa dem baserede System; men det forholder sig dog virkelig saaledes, Bavaria fik Prisen. Naturligvis gjentoges da ogsaa her akkurat de samme Uheld, som tidligere ved Chapmans Maskiner; Kjederne sprang, Togene kom i Uorden o. s. v., kort det var en meget vanskelig Ting at kjøre med dem, og man havde, naar der skal tales rent ud, aldeles ikke gjort andet end at lægge en Ulempe et Sted fra et andet Sted hen.

Og dog blev det alligevel dem, der gav Stødet til den fuldstændige Løsning af Spørgsmaalet, thi den Tanke, der laa til Grund for dem, var virkelig sund; den var kun her daarlig sat i Scene. I 1855 allerede kom Forandringen, foreslaaet af den østerrigske Ingeniør Engerth, og den fortrængte naturligvis øjeblikkelig det maffeiske System. Sagen var nemlig den, at Engerth ligesom Maffei tog Tenderen med som Del af Maskinen, idet han nemlig for det første lagde den bageste Del af Kjedlen over paa Tenderen, saa at dennes forreste Hjulaxel kom til at bære sin Part af den; dernæst koblede han de tre forreste af Maskinens fire Par Hjul sammen, og endelig indsatte han mellem det bageste (fjerde) Par Hjul paa Maskinen og det første Par paa Tenderen et Tandhjulssystem, som, naar det gjordes fornødent, kunde koble ogsaa disse to Par sammen; alt dette gav da naturligvis en særdeles betydelig Trækkekraft. Men ikke nok dermed, Engerth sørgede ogsaa for, at hans Lokomotiver kunde løbe paa stærke Krumninger; ligesom nemlig paa vore sædvanlige Vogne Forhjulenes Axel sidder bevægelig og kan bringes til at danne forskjellige Vinkler med Baghjulenes Axel, saaledes indrettede han Samlingen mellem sin Maskine og Tender paa en saadan Maade, at de uden Vanskelighed kunde følge selv betydelige Krumninger.

De engerthske Maskiner anvendes foruden i Østerrig kun paa Østbanerne i Frankrig; i en noget modificeret Skikkelse, der skyldes Polonceau, og hvorved de ere blevne betydelig lettere end sædvanlig, men derfor naturligvis heller ikke kunne trække saa meget, gjøre de Tjeneste paa Orleanerbanen. Som alt anført indskrænker man imidlertid Dag for Dag Brugen af dem.

Hos os findes der til Godstransport Maskiner med 3 Par sammenkoblede Hjul (Stephenson); ingen af dem er paa nys omtalte Maade forbunden med sin Tender.

Som Mellemled mellem de to nu omtalte og skarpt udprægede Systemer staar de Lokomotiver, der benyttes til de saakaldte blandede Tog (Person- og Godstog). Deres Dimensioner ligge imellem de nævnte Systemers som Grændser, mer eller mindre nær ved det ene eller det andet af dem alt efter Omstændighederne. De have 3 Par Hjul, af hvilke de to Par, der ere større end det tredie, ere sammenkoblede.

Et saadant Lokomotiv — fransk Model — er afbildet i Figur 133, og som man ser, har det det tilfælles med Engerths Maskiner, at Tenderen er med til at bære Kjedlen; fire Hjul ere sammenkoblede.

Paa de Lokomotiver til blandede Tog, der

benyttes hos os (fra Stephenson eller Kitson & Comp.), og som ogsaa gjøre Tjeneste som Iltogslokomotiver, ere ligeledes 4 Hjul sammenkoblede; Tenderen har derimod intet med Maskinen at gjøre.

sig, at et af Hjulene mødte en Modstand, saa vilde det andet Hjul paa samme Axel derfor ikke standse sin Omdrejning, men ganske roligt blive ved at løbe rundt; det vilde altsaa foraarsage, at den Side af Vognen, hvor det sad,

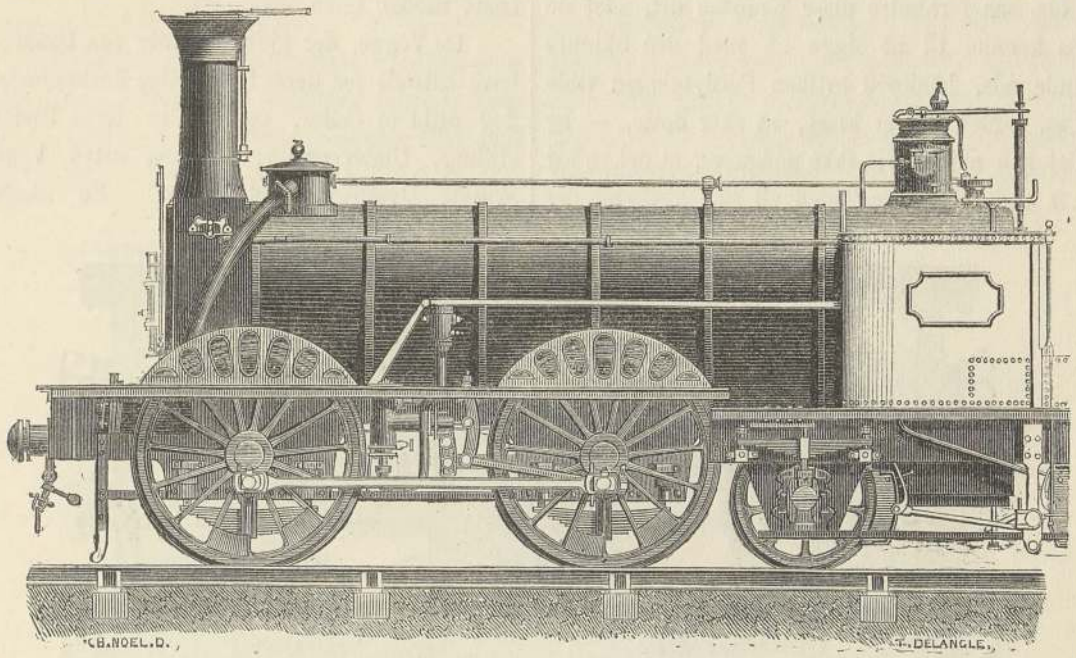


Fig. 133. Lokomotiv til blandede Tog.

Endnu skulle vi af særegne Lokomotiver kun nævne dem, der benyttes til Tjeneste paa de store Banegaarde; de have deres Vand- og Cokesbeholdninger paa selve Maskinerne, saa at de altsaa ikke medføre Tender. I Almindelighed have de 3 Par Hjul, af hvilke de to bageste ere sammenkoblede.

SJETTE KAPITEL.

DRIFTSMATERIELET.

Det er allerede bleven omtalt, at Jernbanevognenes Hjul ere forsynede med en fremstaaende Kant, Sporkrandsen; men hvis man lod det være gjort dermed og forresten indrettede sig som paa almindelige Vogne, nemlig saaledes at Hjulnavene løbe rundt om en med Vognen fast forbunden Axel, saa vilde det ofte volde Ulempe. Vil man nemlig blot tænke

fik en større Bestræbelse efter at løbe frem, end den anden, og Resultatet vilde blive, at Vognen var udsat for at løbe af Sporet. Ikke heller vilde det være raadeligt at indsætte den ene Hjulaxel bevægelig, saaledes som paa andre Vogne, thi det er tydeligt, at var det Tilfældet, saa vilde ogsaa nu enhver Hindring, enhver nogenlunde betydelig Krumning paa Banen, kort enhver Modstand, søge at dreje den, og den samme Ulempe var da igjen tilstede. Følgen heraf er da den, at Hjulene maa sidde fast paa Axlerne, saa at det ene Hjul nøjagtig følger med det andet, medens Axlerne da naturligvis selv ere bevægelige i Lejer, der sidde fast paa Vognens Understilling; og endelig maa de to Hjulaxler altid sidde nøjagtig parallelt.

Paa denne Maade undgaaes altsaa, at Vognene løbe af Skinnerne, især da Hjulene som sagt paa deres indvendige Side tilmed ere for-

synede med en Flanche, Sporkrands, o: en fremstaaende Rand paa omtrent $1\frac{1}{2}$ Tommes Brede og 1 Tommes Tykkelse. Skulde nu Hjulene af en eller anden Grund have Tilbøjelighed til at glide udad til den ene eller anden Side, saa forhindre disse Krandse det, idet de da komme til at ligge an mod den Skinnes Inderside, henimod hvilken Forflytningen vilde gaa. Men det er klart, at sker dette, — og det kan naturligvis ikke undgaaes, at det endog saa godt som hele Tiden vil ske, saafremt der fald paa lige Banestrækninger Sporkrandsene altid løbe et Stykke indenfor Skinnerne. Hænder det saa en Gang, at Sporkrandsen kommer i Berøring med Skinnen, saa vil det dog ikke vare ret længe, thi Vognens Vægt bringer den snart tilbage igjen. —

De Vogne, der gjøre Tjeneste paa Banerne, have tiltrods for deres forskjellige Bestemmelse, dog altid et fælles, og det er deres Understilling, Undervognen, hvorpaa selve Vognskuret, Overbygningen, hviler. En saadan

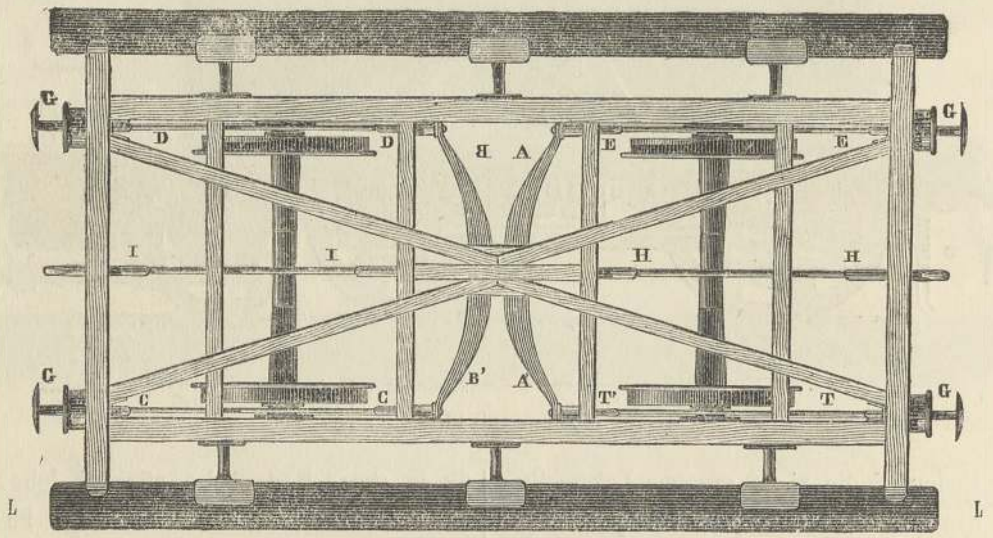


Fig. 134. Understillingen af en Jernbanevogn.

ikke træffes særegne Dispositioner for at forhindre det — saa fremkommer der ved det Tryk, Sporkrandsen altsaa udøver mod Skinnen, en Gnidning, som en Del af Trækkekraften maa gaa med til at overvinde. For saa vidt muligt at forhindre dette, gjør man da Hjulkrandsen svagt kegleformet (Fig. 128), det vil sige man gjør dens yderste Omkreds noget mindre end den inderste (den, mod hvilken Sporkrandsen ligger) og det følger da af sig selv, at naar Hjulene indrettes saaledes, saa vil hvert Hjul paa Grund af dets Vægt søge at løbe af Skinnen indad mod Banen; men da det, som sidder ligeoverfor, har samme Bestræbelse, saa holde de gjensidig paa hinanden, og Følgen bliver altsaa, at ial-

Understilling er at se i Figur 134, og som Figuren viser er det en Ramme af fire stærke Bjælker, støttet paatværs af Tværdragere og paalangs af det saakaldte Andreaskors CEDT. For at formindske de ved enhver Standsning uundgaaelige Stød mod Nabovognene, bærer hver Understilling tillige 2 Par Fjederbuffere, hver sammensat af en Bufferfjeder, AA', BB', en igjennem en Bøsning ved G forskydelig Bufferstang, og endelig selve Bufferen, Stødpuden G. IIHH er Trækbufferen o: den Stang, hvortil Kjæden fra Nabovognen fæstes; LL endelig er Trinbrædtet.

Vogne med fire Hjul ere mest i Brug her

i Europa; her findes dog imidlertid ogsaa Vogne med 6 ja endog 8 Hjul; i sidste Tilfælde bæres da Overbygningen egentlig af to Understillinger, hver med 4 Hjul, som igjen ere saaledes anbragte, at den ene er bevægelig for den anden, ligesom paa en almindelig Vogn Forvognen for Bagvognen.

Hjulene ere nu som oftest af Smedejern med Nav af Støbejern; tidligere dannede man dem helt af Støbejern, hvorom senere blev lagt en Krands af Smedejern.

af den Konduktør, Bremsevogter, i hvis Lukaf Haandtaget til at sætte dem i Gang med findes.

En Bremse af sidste Art er afbildet i Figur 135; A er det Haandsving, som Vogteren drejer paa, saasnart som Lokomotivføreren har givet Signal til Bremsning, — paa vore Baner betyde 3 korte Lyd fra Damppiben „brems“ (dog uden ganske at standse Hjulene), 2 korte Lyd „løst“ ɔ: Bremsen los igjen. Ved denne Drejning skrues Stangen B opad, dens nederste

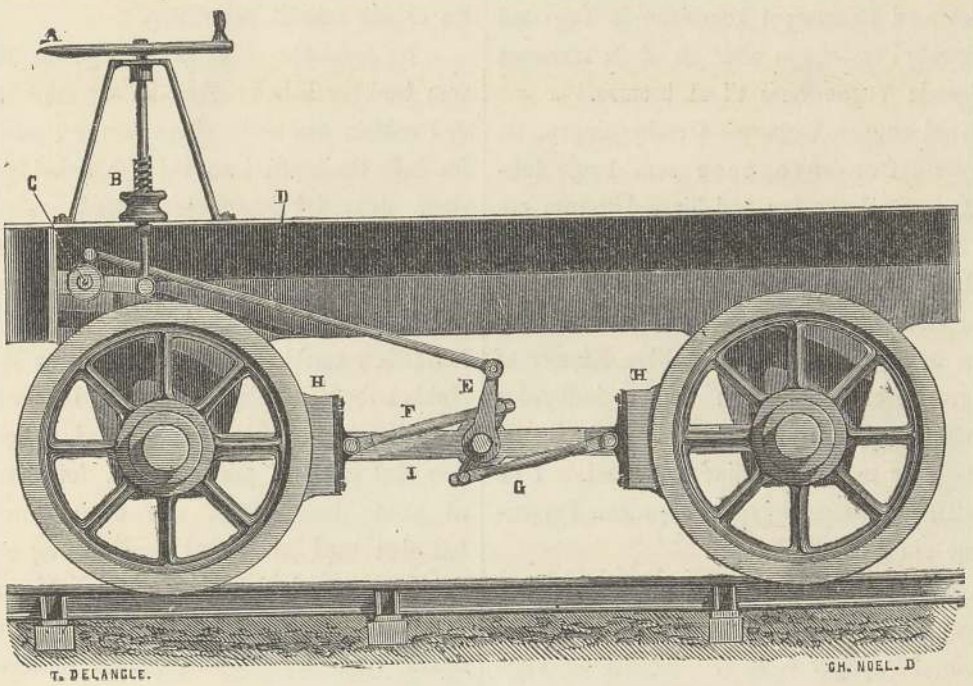


Fig. 135. Bremse.

Med visse af hvert Togs Karakter afhængige Mellemrum er der mellem de sædvanlige Vogne indskudt en Vogn med Bremse, det vil sige et Apparat, ved hvis Hjælp man kan stoppe Toget eller rettere lidt efter lidt standse dets Fart; thi at forsøge paa at stoppe det pludseligt, det vilde være det samme som at foraarsage saadanne Brud, som vilde umuliggjøre dets videre Kjørsel. Saadanne Bremser ere enten selvvirkende, for saa vidt som de give sig til at virke, naar Vognene trænge paa hverandre, eller ogsaa maa de sættes i Virksomhed

Ende rykker den lange Arm af den om Punktet C bevægelige Vinkelvægtstang op, Trækstangen D hales derved tilvenstre, og dette medfører igjen, at Vinkelvægtstangen E kommer til at presse Stængerne F og G og med dem tillige Hemskoene H H hver til sin Side ind mod Hjulene. Den derved fremkomne Friktion standser da lidt efter lidt disses Bevægelse.

Med Hensyn til Antallet af Bremser i hvert Tog, da er det, som alt anført, forkjelligt efter Togets Karakter; paa vore Baner er det ved Politireglement bestemt saaledes, at der foruden

Tenderbremserne skal paa Strækninger, hvor Banens Stigninger og Fald

	ikke ere stærkere end 1 : 150	ikke ere stærkere end 1 : 100	ere stærkere end 1 : 100
i Iltog	$\frac{1}{5}$ Del	$\frac{1}{4}$ Del	$\frac{1}{3}$ Del
i Persontog	$\frac{1}{6}$ —	$\frac{1}{5}$ —	$\frac{1}{4}$ —
i blandede Tog	$\frac{1}{8}$ —	$\frac{1}{7}$ —	$\frac{1}{6}$ —
i Godstog	$\frac{1}{10}$ —	$\frac{1}{9}$ —	$\frac{1}{8}$ —

af samtlige Vognhjul i Toget være forsynede med kraftige Bremser. I Iltog skal den bageste og i Persontog en af de to bageste Vogne være forsynet med Bremse; i kombinerede Tog skal den bageste Personvogn eller en af de nærmest paafølgende Vogne være til at bremse.

Hvad angaar Vognenes Overbygninger, da konstrueres Personvognene som lange lukkede Vogne, der enten ved Tværskillerum ere delte i flere mindre Kupéer med Døre i Vognens Langsider eller forsynede med en Midtegang i Retning af Længden, ved hvis Ender Dørene befinde sig. De forskjellige Klasser af Personvogne ere ellers kun derved indbyrdes forskjellige, at Udstyrelsen baade udvendig og indvendig er mer eller mindre elegant. I de senere Tider har man begyndt at opvarme Personvognene om Vinteren.

Godsvognenes Overbygninger variere eftersom de ere bestemte for Heste, Kreaturer, Pakgods, Ekvipager o. s. v. Er det en Vogn til Heste, da er den afdelt saaledes, at hver Hest staar i sit Rum; er den til Svin eller Faar, saa har den to Etager, hvoraf hver kun udgjør et stort Rum, bestemt til at optage en hel Flok.

SYVENDE KAPITEL.

FORELØBIGE ARBEJDER VED ANLÆGET AF BANEN. AFSTIKNINGEN. — NIVELLEMENT. — STIGNINGER. — KRUMNINGER. — JORDARBEJDERNE. — UDSKJÆRINGER. TUNNELER. — MONT-CÉNIS TUNNELEN. BROER. — VIADUKTER.

Ved Bestemmelsen af en Jernbanelinie mellem to Punkter er der foruden de rent tekniske Spørgsmaal en meget stor Mængde andre Omstændigheder at tage med i Betragtning. Det er jo da nemlig ikke gjort med, at Banen bliver saa lige som muligt eller saa nær horizontal, som det overhovedet lader sig gjøre; rent politiske og kommercielle, undertiden ogsaa militære Hensyn komme her med, kort sagt, den Ingeniør, der skal afstikke Banen, maa have sin Opmærksomhed fæstet paa en saadan Mangfoldighed af Spørgsmaal, at dette det første Arbejde ved hele Anlægget sandelig langt fra er det mindst betydelige.

En Jernbane er jo saa at sige en Magnet, som trækker hele Trafiken til sig ikke blot fra de Punkter, den umiddelbart berører, men ogsaa fra hele Omegnen i en vid Udstrækning. Beriger den det nærmeste Opland, saa sætter den de Egne tilbage, som ligge udenfor dens Omraade, for saa vidt som den ikke giver dem den samme Lethed i Adgang til de bedste Markeder, som hine; bliver den altsaa ikke afstukket med tilbørligt Hensyn til Befolkningens Fordeling og Byernes Beliggenhed i de Egne, den skal passere, saa kan den let komme til at skade langt flere, end den gavner, saa har den med andre Ord vendt op og ned paa det Spørgsmaal, den skulde løse. Men det er kun den ene Side af Sagen; en Jernbane skal ogsaa være let tilgjængelig for Befolkningen, saaledes at forstaa, at de offenlige Veje, der alt existere, saa let og bekvemt som muligt, føre til den. Den maa derfor afstikkes med særligt Hensyn ogsaa dertil, ja hellere maa en noget større Del af Befolkningen være udenfor dens Raaderum, naar blot de, der skulle bruge den, have let Adgang til den.

At den særegne Bevægekraft, der her kommer til Anvendelse, naturligen maa medføre andre Hensyn til selve Vejanlægget end ved almindelige Veje, det er jo indlysende; men atter her maa Ingenieren vel overveje alle Forhold. Kunde Banen i sin hele Udstrækning føres horizontalt, vilde det gunstigste Forhold

med Hensyn til Bevægelsens Hurtighed og Driftsomkostningerne være naaet, idet enhver Stigning fordrer større Brændselsforbrug og sværere eller flere Lokomotiver til at trække samme Byrde, samt foraarsager større Slid paa Vogne, Bremser, Skinner o. s. v.; men paa den anden Side vil en Bane, der følger Terrænet, foranledige mindre Jordarbejde, fordre færre Tunneler, gjøre Broer, Viadukter o. s. v. lettere at opføre, kort sagt fordre ringere Anlægskapital. De rent lokale Forhold faa da altsaa en stor Indflydelse paa Valget af Linien, og nu skal Ingeniøren netop vide at vurdere dem i Forhold til den Betydning, Banen vil faa, til dens Udsigt til at betale sig. Skal der f. Ex. anlægges en Bane, om hvilken man iforvejen kan sige, at Trafiken ikke vil blive meget stor, saa er det en Selvfølge, at man hellere vil vælge at omgaa Vanskelighederne i Terrænforholdene, end anvende betydelige Midler paa at fjerne dem; er det derimod en Linie af særdeles stor Betydning, saa gaar man lige ud, sprænger sig ind igjennem Klipper, konstruerer store Tunneler, opfører Broer, Viadukter o. s. v. — og i Almindelighed, stærke Stigninger ville kun kunne svare Regning i svagt befolkede Bjerglande, men aldeles ikke i nogenlunde jevne, stærkt befolkede Egne.

De første Forarbejder ved Jernbaneanlægene bestaa i, at man omhyggelig studerer de bedste Kort over de Egne, Banen skal gjennemskjære; man diskuterer derefter de Fordele, Linier i forskjellige Retninger ville frembyde, og derefter afsætter man paa Kortene flere saadanne foreløbige Linier, som siden yderligere rettes efter Rejser til de paagjældende Steder og foreløbige Maal. De saaledes projekterede Linier underkastes nu en Bedømmelse af Mænd af Faget, af Direktionen for den eventuelle Bane, af Handelsmænd, Statsøkonomer o. s. v., som yttre sig om dem, og naar den definitive Linie efter alle disse Forhandlinger da endelig er fastslaaet og Koncession given, saa først skrides der til den nøjere Undersøgelse af Terrænet.

Med de sædvanlige Landmaalerapparater bestemmer man den indbyrdes Beliggenhed af de mest markerede Punkter i Terrænet, optager et Kort over dem, og indtegner derefter imellem dem nøjagtig alle topografiske Detailler, saa at man faar et fuldstændigt Billede af Banen. Nivellementet leverer dertil det betydeligste Materiale, idet det muliggjør en Afsætning baade af et Længde- og et Tværprofil, det vil sige et Gjennemsnit baade paalangs og paatværs af det Terræn, Banen skal gaa igjennem. Ved Hjælp af disse Profiler bliver man istand til at bestemme Beliggenheden og Rumfanget af de Jordarbejder, der blive at udføre, Udgravningerne, Opfyldningerne, Broerne, Tunnelerne o. s. v. hvad som skal tjene til at fjerne de naturlige Ujevnheder i Terrænet.

Paa dette Standpunkt bliver nu ogsaa at tage Bestemmelse om, hvilke Stigninger og hvilke Krumninger man skal beholde, og Valget er her saa meget vanskeligere at træffe, som dette Spørgsmaals Løsning ogsaa griber ind i Bestemmelserne om det Materiel, der siden skal anskaffes. Sagen er jo nemlig den, at Modstanden mod Transporten afhænger af Skraaningens Heldning, saa at f. Ex. det Lokomotiv, som kan trække 570 Tons paa en horizontal Bane med en vis Hastighed, ikke trækker mere end 270 Tons paa en Heldning af $\frac{1}{200}$ (ɔ: som stiger 1 Fod paa hver 200 Fod) med samme Hastighed og 120 Tons paa en Heldning af $\frac{1}{70}$. Skraaningerne nøde altsaa til enten at forøge Maskinernes Trækkekraft eller til at formindske Lasten.

Ved Konstruktionen af de første Jernbaner turde Ingeniørerne ikke indlade sig paa stærkere Stigninger end $\frac{1}{200}$, og dette holder man endnu bestandig paa i fladt Land; er det mere bølgeformigt, gaar man til $\frac{1}{100}$, i Bjerglande endog til $\frac{1}{40}$—$\frac{1}{30}$, som er det Maximum, de senere Aars kraftigste Lokomotiver endnu kunne

overvinde med nogenlunde betydelige Byrder. At man naturligvis kun grumme nødigt gaar saa vidt, det skyldes ikke alene Hensynet til den større Udgift, der er forbundet med Transporten opad Skraaninger, men meget væsenligt ogsaa den Omstændighed, at man ved Nedfarten kun har daarligt Hold paa Toget.

Men er en stejl Skraaning om ikke just farlig, saa dog mindre god at passere ned ad for et fuldstændigt Tog, der i Dampens Renversering har et saa overordenlig kraftigt Middel til at understøtte de almindelige Bremser, saa er det endnu langt værre, naar enkelte Vogne komme i Fart ned ad den, enten det nu sker derved, at den Kjæde, der holdt dem fast, springer, eller ved Uforsigtighed paa Stationerne. I saa Tilfælde er selvfølgelig Faren for Sammenstød med efterfølgende Tog stor, og det er jo da ogsaa bekjendt nok, at de beklageligste Uheld have haft en saadan Grund; et Mirakel er det, at de ikke indtræffe langt hyppigere, end de gjøre.

Paa Banestrækningen Lausanne-Morges kom engang et Godstog i Fart fra Lausannebanegaarden nedad Skraaningen; i rasende Fart løb det ind paa Banegaarden i Morges og splintrede alt, hvad der stod i Vejen for det. Paa Sømmeringbanen rev ligeledes et Godstog sig løs og styrtede afsted nedimod en Hulvej, hvor 40 Arbejdere vare i Virksomhed; heldigvis hørte de det komme, saa de undslap betids, men hvad de havde lagt hen paa Sporet splintredes fuldstændig ved Sammenstødet. — Engang er et Persontog, som holdt paa Banegaarden i Versailles, af den stærke Blæst bleven sat i Gang nedad Skraaningen mod Paris, til stor Rædsel naturligvis for Passagererne, som saa sig førte afsted med stedse voxende Hastighed og til almindelig Bestyrtelse for Stationspersonalet i Versailles, som ventede et Tog i modsat Retning. En Ulykke syntes uundgaaelig, hvis man ikke fik Toget standset, og paa den anden Side, hvorledes skulde man vel komme det til Hjælp. Da fik en af de Lokomotivførere, der opholdt sig paa Stationen, den Tanke at gjøre Jagt paa det; saa hurtig som muligt satte han sin Maskine i Gang, og nu gik da den vilde Jagt, Toget foran, han med endnu større Fart bagefter. Da han havde halet det ind, afpassede han sin Hastighed saaledes, at han uden at skyde paa, dog stadig fulgte lige klods paa Toget, og alt imedens de da saaledes løb sammen fik han sin Maskine hægtet fast til den bageste Wagon, fik derefter Toget standset, og førte det endelig i Triumf tilbage til Banegaarden igjen. —

Næst efter Stigningsforholdet er Banens Krumninger af størst Betydning, idet Vognene i disse have en forøget Modstand at overvinde, som dels hidrører fra Centrifugalkraften, dels derfra, at Hjulaxlerne, som alt anført, sidde fast paa Understillingerne. Centrifugalkraften stræber jo nemlig at slynge ethvert Legeme, der er underkastet dens Virkning, udad fra det Centrum, om hvilken Bevægelsen foregaar. Herpaa beror Virkningen af Slyngen; svinger man Slyngen hurtig rundt og saa pludselig giver Slip i den ene Snor, saa farer Stenen udefter. Rider man paa Ridebane, og Berideren pludselig kommanderer højre om, saa lystrer Hesten, der kjender Kommandoraabene, endnu førend Eleven har faaet Tid til at sætte sig i den rette Stilling for at holde fast, og Følgen er da, at han øjeblikkelig hænger i venstre Stigbøjle, kastet derover af Centrifugalkraften. Eller naar ved Beriderforestillingens Slutning Parforcerytteren kommer ind, og paa den usadlede Hest flyver Cirkus rundt i fuld Karriere, saa helde baade Hest og Rytter sig godt indad for at modvirke den Bestræbelse, de ifølge Centrifugalkraften, — som virker desto stærkere, jo hurtigere Bevægelsen foregaar — have efter at kastes udad. Springer nu Rytteren ned og sætter sig paa Hestens Side, saa ser det for den ukyndige Tilskuer ud, som om han havde en særegen

Evne til at unddrage sig Tyngdens Love, siden han ikke falder ned; han aner ikke, at jo hurtigere det gaar, desto lettere er det, desto mere presses Rytteren af Centrifugalkraften ind mod Hestens Side, desto forunderligere ser det rigtignok ud, at han kan hænge der saa lige op og ned, men desto mindre Grund er der til at applaudere.

Alt dette er Virkninger af Centrifugalkraften, og denne samme Kraft er det da nu, der ganske paa samme Maade presser Vognene ud mod den yderste Skinne, naar Toget løber over en Krumning. Derved fremkaldes en Skuring mod Skinnen, en Modstand, som er desto betydeligere, jo større Hastigheden er, og jo stærkere Krumningen er, o: jo mindre Krumningsradius den har. Men hertil kommer endnu, at det Ryk ud fra Krumningscentret, Centrifugalkraften volder, foruden at presse det yderste Hjul op mod den yderste Skinne tillige vil søge at vælte Vognen udefter, ganske ligesom Berideren vilde kastes over Barrieren, hvis han ikke heldede sig indefter. Man lægger derfor det yderste Spor en Smule højere end det inderste; Vognen kommer derved, saalænge den passerer Krumningen, til at helde indefter, og hvis Hastigheden er afpasset efter Skinnernes indbyrdes Beliggenhed, vil Resultatet da blive det samme som paa alle andre Steder i Banen, et Tryk vinkelret mod Banens Plan.

Foruden disse Ulemper, der skyldes Centrifugalkraften, medfører Krumninger endnu en anden. Vi have alt anført, at Hjulene sidde fast paa Axlerne, og at disse igjen ikke kunne forandre Stilling med Hensyn til Vognen, saaledes som den forreste Axel ellers kan paa de almindelige Vogne. Derfra hidrører en anden Modstand, idet naturligvis det Hjul, der løber inderst i Krumningen, har en kortere Vej at passere, end det yderste, saasom den inderste Skinne er den korteste. Det inderste Hjul vil altsaa gjøre færre Omdrejninger end det yderste, og deraf følger, at dette bliver nødt til at slæbe et Stykke henad Skinnen, en Omstændighed, der naturligvis sluger noget af den bevægende Kraft.

Paa Grund af alt dette søger man da saa vidt muligt at holde Banen retliniet og at gjøre de uundgaaelige Krumninger saa svage som vel muligt. Som mindste Grændse for Krumningsradien sættes i fladt Land gjerne 3—4000 Fod, i mere bakket 2000 Fod og i Bjerglande 6—700 Fod. Krumninger af sidste Størrelse taales i fladt Land kun i Nærheden af Banegaardene, saasom Hastigheden der altid er meget ringe. Det følger af sig selv, at hvor man er nødt til at have Buer med modsat Krumning, som et S (S-Kurver, Kontrakurver) maa disse ikke støde umiddelbart sammen; der maa være saa langt imellem dem, at et Tog af den paa vedkommende Bane sædvanlige Længde kan faa Plads paa Mellemrummet.

Er der da nu taget endelig Bestemmelse, om hvorledes alt herhen hørende skal ordnes, saa sættes Landmaalerstokkene ud, og derefter begynder Jordarbejdet, Udskjæringerne, Paafyldningerne, Sprængningerne og hvad mere der kan blive Tale om, — Arbejder, der her naturligvis altid ere af større Omfang, end dem af samme Art, de almindelige Chausséer kræve. Og her hjælper Lokomotivet til paa foreløbige Spor lige fra første Færd af, idet det slæber Grusvognene til og fra de Steder, hvor de skulle læsses eller tømmes.

Her er to Tilfælde mulige; enten benytter man den Jord, der graves ud et Sted til Paafyldning et andet Sted, og dette er det gunstigste Tilfælde, eller man bliver nødt til at aflægge den udgravede Jord langs Banens Sider og hente Fyldet fra et eller andet Sted i Nærheden af, hvor den skal bruges. Terrænforholdene bestemme, paa hvilken af disse to Maader, der skal gaaes frem.

Skal Udskjæringen have en Dybde, der ikke overskrider en 8—9 Alen, saa indledes

Arbejdet med, at man midt i den udgraver en Løbegrav, bred nok til at der deri kan nedlægges et Spor til Grusvognene. Dette Spor nedlægges en Smule skraat, saa at Vognene let kunne sættes i Gang, — og nu føre disse Vogne da den Jord bort, der siden udgraves langs Siderne af den omtalte Grav. Skal man derimod grave sig igjennem større Bakker, saa udføres Arbejdet etagevis, saaledes at forstaa, at man ganske paa samme Maade som ovenfor omtalt, først graver sig ned til en første Afsats, derfra med ny Løbegrav og nyt Spor endnu et Stykke ned og saa fremdeles, indtil man er kommen saa vidt, som forlanges. — For at give en Forestilling om, hvor betydelige Jordmasser, man saaledes kan blive nødt til at udgrave, skal her anføres et Par af de mest bekjendte. Paa Birmingham Jernbanen findes ved Tring en Udskjæring, hvoraf er udgravet over 35 Millioner Kubikfod Jord, hvilket repræsenterer en Vægt af circa 5 Millioner Tons; ved Gadelbach paa Linien Ulm-Augsburg findes en anden paa 32 Mil. Kubikfod, Jordmasser altsaa, der som man ser repræsentere en overordenlig betydelig Vægt.

Og saa er dog Arbejdet ved selve Udgravningerne og Opfyldningerne ofte endnu ikke nok; man har desforuden mange Gange ogsaa at kjæmpe med Jordskred og Synkninger og derfor at opføre solide Mure til at holde paa den løse Jord eller ved Brøndgravninger eller Nedlægning af Drænrør at sørge for at faa Grundvandet, som opbløder Jorden, ledet bort. Et af de mest storartede Arbejder af denne Slags var utvivlsomt Anlæget af Udskjæringen ved la Loupe paa Grændsen mellem Departementerne Eure-et-Loire og Orne i Frankrig. Den har en Længde af godt en halv Mil dansk og dertil en Dybde, der paa enkelte Steder endog naar 25 Alen; Mængden af den udgravede Jord beløber sig ligesom ved den oven omtalte engelske til en 35 Mil. Kubikfod. Den er udgravet igjennem et Lerlag, og der er for at forhindre Skred opført meget tykke Mure paa 6 Alens Højde nærmest mod Banen, hvortil endnu kommer, at der i Flugt med disses øverste Rand er anbragt Afsatser for at opfange den Jord, som muligen maatte skride ned fra de højere liggende Punkter. Hensigten var oprindelig at lægge en Tunnel i dens Sted, og de første Brøndgravninger vare i den Anledning alt udførte; men saa bestemte man sig om, og Brøndene tjene nu til at samle baade Kilde- og Regnvandet, og lede det til dybere liggende vandførende Lag. Trods alt dette, foregaaer der dog endnu hyppigt Jordskred, som fordre baade et betydeligt Arbejde og stor Agtpaagivenhed.

Endskjøndt naturligvis vore Forhold ikke paa nogen Maade have frembudt Lejlighed til saa omfattende Arbejder, som gjennemgaaende ere nødvendige ved Baneanlæg i Bjerglande, saa har Jordarbejderne ved vore Baner dog derfor langt fra været at anse for Smaating, ja der er maaske, naar alt kommer til alt, intet andet Sletteland, hvor Naturforholdene have givet Anledning til saa mange interessante Phænomener som vort. Det er ikke hverken Vanskeligheden ved Udskjæringerne eller disses Størrelse Talen her er om, skjøndt den største af dem, den i Ankjær Skov ved Vejle dog løber op til et saa respektabelt Beløb som flere Millioner Kubikfod Jord, gravet ud i Dybde af indtil 80 Fod under Nivellementslinien, — Gudsøudskjæringen er 60′ høj, Aarhus kun 30′ — nej det, som har givet Vanskeligheder her, det er Undergrundene, som fordre en overordentlig stor Mængde Fyld, og saa dog i mange Tilfælde blive ved at synke. Vi skulle nævne nogle Exempler. Ved Buderupholm mellem Hobro og Aalborg hed det sig i lang Tid, at man ikke kunde finde Bund; der blev fyldt paa og fyldt paa, men bestandig sank Dæmningen. Bunden blev dog imidlertid naturligvis fundet og i det mindste, saavidt det er kommen til Forfatterens Kundskab, har der ikke

senere været Vanskeligheder af nogen Betydning paa dette Sted. Noget lignende var Tilfældet her paa Fyen ved Rønninge Mosen (Ullerslev); der kjørte man i Løbet af tre Maaneder Grus paa, men hver Morgen, naar Arbejderne kom ud for at tage fat, var den foregaaende Dags Værk forsvundet, sunket ned i Grunden, som her bestaar af 10—20 Fod Tørv øverst og derunder en ligefrem Sø paa omtrent den dobbelte Dybde; heller ikke det Sted har imidlertid siden givet Anledning til større Vedligeholdelsesarbejder. Anderledes forholder det sig derimod paa andre Punkter. Ved Strandhusene ved Kolding væltede Dæmningen ved en Sidebevægelse i Terrænet ud i Kolding Fjord; ved Vejle har man for at holde paa Skraaningerne maattet lægge Faskiner ned i en Dybde af 30—40 Fod og lede Grundvandet bort til et stort Brøndsystem, og ved Fuglsang Syd for Fredericia har man endelig som Følge af Skred været nødt til at hæve Banen en 90—100 Fod. Under selve Anlægget var Synkningen naturligvis værst, ialt circa 60 Fod, derefter er den vel senere gradvis aftaget, men har dog foranlediget, at Banen i 1868—69 hævedes 20 Fod, i 1869—70 5 Fod, 1870—71 2 Fod, 1871—73 hvert Aar 1 Fod. Som man vil se af disse Exempler, der let kunde forøges med flere, er altsaa Tusinder og atter Tusinder af Kubikfod Grus lagte ned i Jorden her rundt omkring, Tusinder af Dalere gaaet med til disse Opfyldninger, og saa er dog maaske endnu Bunden ikke naaet, selv om Skredene foregaa med større Langsomhed.

Er det Højdedrag, man skal igjennem, altfor betydeligt til deri at faa anbragt en aaben Udskjæring, saa er man nødt til at bygge en Tunnel ɔ: en hvælvet underjordisk Gang, — et Arbejde, som man for endda slet ikke saa mange Aar siden ansaa for noget ganske overordenligt, hvortil der henvistes med stor Ærefrygt, men af hvilke man nu har saa mange, at de, naar de da ikke netop have aldeles kolossale Dimensioner, ikke længer opvække Forbavselse. Rækkefølgen af de Operationer, der ere nødvendige for et saadant Arbejdes Udførelse, er følgende.

Man begynder med at stikke Landmaalerstokke ud i den Linie, der angiver Tunnelens Retning og optager derefter ved Nivellement et Profil. Naar dette er gjort, graver man nogle Alen ud til Siden for den udstukne Linie en Række Brønde med større eller mindre indbyrdes Afstand, alt eftersom Arbejdet skal foregaa med mindre eller større Hurtighed; disse Brønde føres ned i Dybde med den projekterede Bane, hvilket let kan gjøres efter det optagne Profil. Nu gaa Arbejdere ned i Brøndene og aabne sig ved Hjælp af Hakker først Adgang til Siden, indtil de naa Tunnelens Axe, hvorefter de, blot ledede af et Kompas, tage fat paa at bryde sig Vej til begge Sider i Retning af denne Axe. Man er ogsaa gaaet saaledes frem, at man har gravet Brøndene i selve Tunnelens Axe; men den først anførte Methode er bedre, thi Arbejderne have da under hele Arbejdets Udførelse Sidegallerierne til Oplagssteder, og naar Banen er lagt, kan de samme Sidegallerier benyttes til Tunnelens Ventilation. Støder man paa Kildevæld, saa udgraves Brøndene noget dybere end ellers, forat de kunne optage Vandet. Hvad angaaer den Maade, hvorpaa den udgravede Jord skaffes bort, da sker det ved Hejseværker gjennem Brøndene.

Har da nu Arbejderne gravet sig igjennem til Siderne, indtil de have naaet hinanden, saa udskjæres først Tunnelens øverste Parti, og Hvælvingen mures snarest muligt op; alt eftersom der saa senere uddybes, støttes den opførte Hvælving ved Stræbepiller, saalænge til Sidemurene ere færdige, og først da beklædes de Brønde, man for Ventilationens Skyld agter at beholde, med Murværk, hvorefter endelig Slamkister, Vandrender o. s. v. og tilsidst Gulvet nedlægges. Til yderligere Forstaaelse viser

Figur 136 et Gjennemsnit af en saadan Tunnel, og det saaledes, at Sidegalleriet, der forbinder Tunnelen selv med den murbeklædte Brønd, er at se tilhøjre. Tilvenstre sees en af de Nischer, der hist og her indrettes, forat Banevogteren kan ty derind, medens Toget passerer, og endelig viser Figuren nederst Vandafledningen fra Slamkisten til en dybere liggende Grav, fra hvilken Vandet siver ned i Jorden.

foretagne netop i den bestemte Hensigt at finde det Sted, hvor en Gjennemboring lettest kunde udføres. Landmaaleren Guiseppe Médail rejste nemlig dengang rundt og undersøgte Alpestrækningen mellem Landskaberne Savojen og Piemont, der da endnu begge hørte til Kongeriget Sardinien, og han fandt virkelig det rigtige Sted, det Sted ialfald, hvor Tunnelen nu er sprængt ud.

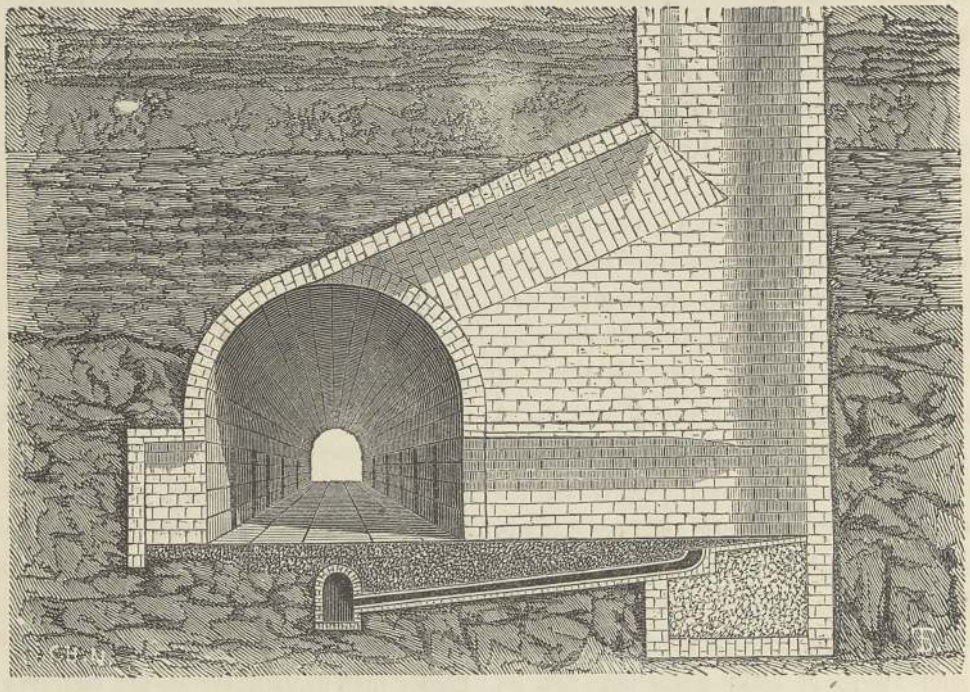


Fig. 136. Gjennemsnit af en Tunnel.

Uden at give Exempler paa mer eller mindre bekjendte Tunneler af anden Rang, skulle vi nu her strax tage fat paa noget udførligt at omtale Anlægget af Mont Cénis Tunnelen, den af dem alle, der har krævet det største Arbejde og de største Anstrængelser.

Tanken om en Tunnel, der kunde aabne direkte Jernvejstrafik fra den ene Side Alperne til den anden — hvad man ikke kunde tænke paa at faa ved almindelige Bancanlæg over Bjergene — denne Tanke er mærkelig nok allerede fremkommen et Par Aar efter selve Jernbanernes definitive Opkomst, idet der nemlig fra 1832 foreligger Maalinger, som bleve

Dette Sted er ikke just under selve Mont Cénis, men under Bjerget Tabor noget Nordøst for Mont Cénis, i vestnordvestlig Retning for Turin. Med denne By staar Bjergegnen ved Mont Cénis i naturlig Forbindelse ad Floddalen Doria-Ripera, som ved Turin udmunder i Po, medens der fra samme Bjergegn tillige flyder en Elv ad den anden Side, nemlig Arc, Biflod til Isère. Naturligvis har man ved denne ligesom ved de ældre Forbindelser benyttet disse Bjergstrømmes Dalfører, saa langt det lod sig gjøre, men hvor det ikke længere var muligt, der maatte Kunsten tage fat, der maatte Tunnelen sprænges ud. Det er da paa

Strækningen fra Modane paa Savoiesiden til Bardonnèche paa Piemontsiden, at Bjerget maatte angribes, i en Retning fra Nord lidt Nordvest til Syd lidt Sydost; dets Tykkelse er her omtrent sex danske Fjerdingvej (12,233 Metre), dets Højde 5—6000 Fod.

Den omtalte Médail fandt altsaa Stedet, men angive hvorledes Arbejdet skulde udføres, det kunde han ikke, og Spørgsmaalet laa derfor hen i adskillige Aar, indtil Belgieren Mauss, Direktør for Jernbanerne Turin-Genua, midt i Fyrrerne tog det op igjen. Mauss gik aldeles op i Sagen, rejste sammen med Geologen Sismonda rundt i alle de mulige Dalfører, han kunde trænge ind i, optog Profiler, maalte og regnede, og i 1849 indsendte han endelig til den sardinske Regjering et Projekt, ifølge hvilket Anlægsomkostningerne kunde anslaaes til mellem 35 og 40 Millioner Francs. I dette Projekt havde han detailleret angivet den Maade, hvorpaa Gjennemboringen skulde ske; man skulde nemlig arbejde med Vandkraften fra de tilstedeværende Bjergstrømme, saaledes at forstaa, at den bevægende Kraft, disse ved deres Fald afgav, ved Hjælp af Tove og Tridser skulde overføres paa Boreapparaterne. Methoden led imidlertid af mange Mangler, og Tidspunktet var uheldig valgt, saa atter denne Gang kom Sagen ikke videre end til Projektet. At Tanken dog imidlertid paany var bragt ilive, det bidrog naturligvis mægtigt til dens endelige Løsning, forsaavidt som nemlig Teknikerne nu for Alvor toge fat paa Problemet om Boremaskinerne og Geologerne samtidig anstrengte sig for at komme til Kundskab om Beskaffenheden af den Masse, der skulde gjennembrydes.

Og her manglede det ikke hverken paa Vanskeligheder i den ene Henseende eller paa mørke Forudsigelser i den anden. Saadanne Skræmmebilleder som underjordiske Søer, hvis opstemmede Vande vilde vælte frem og drukne Arbejderne, eller saadanne Forudsigelser som, at man vilde træffe paa Metallag saa tykke og haarde, at de aldrig kunde gjennembrydes, saadanne Billeder holdtes frem af dem, der med større Fantasi end Kundskab talte med om Sagen, — de kyndige troede ikke derpaa, de holdt sig til Regningen, de sluttede fra hvad de saa: Retningen og Beliggenheden af de forskjellige Lag, til hvorledes disse Lag vilde fortsætte sig i Bjergets Indre, og Erfaringen godtgjorde siden, at de havde Ret. Navnlig gjælder dette om Forudsigelsen af et haardt Kvartslag, som i Virkeligheden var særdeles besværligt at gjennembore. —

I 1855 rejste den fra Physiken bekjendte Schwejtzer Colladon til Turin med Planer og Overslag over en Række Maskiner, han havde udtænkt til Benyttelse ved Gjennemboringen. Drivkraften skulde være sammenpresset Luft, og en af de mange Fordele derved skulde bestaa i, at denne Luft ikke blot skulde sætte Boreapparaterne i Gang, men ogsaa, naar den strømmede ud efter Boringen, frembringe en „Storm“, som skulde drive den ved Arbejdernes Aandedræt og ved Forbrændingen i Lamperne fordærvede Luft ud af Tunnelen.

Samtidig hermed fremkom den ved Victor-Emanuelbanen ansatte Ingeniør Bartlett med et nyt Damplokomobil, som han havde konstrueret for dermed at slaa Boremejsler ind i Klippesiderne. Det var en fortrinlig Maskine, saalænge der kun var Tale om at arbejde i fri Luft; til Udboringen her var den derimod ikke tjenlig, siden Dampen vilde fylde Tunnelen og umuliggjøre Arbejderne Opholdet derinde. Kombinerede man imidlertid Colladons og Bartletts Systemer, det vil sige, lod man sammenpresset Luft arbejde paa den af Bartlett angivne Maade, saa var der grundet Haab om derud af at faa et Hele, som vilde vise sig tilfredsstillende.

Herved var imidlertid en Vanskelighed, den nemlig paa en bekvem Maade at faa den til Maskinens Gang nødvendige Luftmængde sam-

mentrykket. Dog ogsaa denne Vanskelighed fandtes der Raad for, idet de tre italienske Ingeniører Sommeiller, Grattoni og Grandis stillede et Apparat paa Benene, som i enhver Henseende viste sig tjenligt.

Dette Apparat iværksatte paa en ny Maade den af Mauss udsendte Tanke at benytte den tilstedeværende Vandkraft. Man lod nemlig Vandet falde ned fra en Højde af circa 40 Alen i den ene Gren af en Slags omvendt Hævert, hvis anden Gren stod i Forbindelse med en Luftbeholder; Luften blev herved presset sammen med et Tryk af 6 Atmosphærer, og saaledes sammenpresset opbevaredes den i en anden Beholder, hvor den ved Trykket af en Vandsøjle var underkastet et stadigt Tryk af lige saa mange Atmosphærer; lod man den nu slippe ud herfra og ind i Maskinerne, saa drev den Boreapparaterne frem mod Klippesiden og frembragte samtidig den for Opholdet i Tunnelen nødvendige Luftfornyelse, foruden at den ogsaa satte de Kærrer i Bevægelse, der bragte de udhuggede Stykker bort.

Apparatet blev prøvet i Overværelse af en Kommission af Ingeniører og Videnskabsmænd, og det viste sig, at det var istand til at udbore Minehullerne tolv Gange saa hurtigt, som man kunde gjøre det ved Haandkraft, og at man ved dets Hjælp vilde kunde avancere circa 10 Fod frem om Dagen; Arbejdet kunde altsaa herefter paaregnes at ville blive færdigt i Løbet af 6 Aar.

I Juni 1856 forelagde nu den italienske Minister, Ingenioren Paleocapa det sardinske Parlement det af de omtalte tre Teknikere udarbejdede Projekt. Kraftig understøttet af Menabrea og Sommeiller, der selv var Deputeret, blev Forslaget antaget og de fornødne Pengemidler anviste, — og den 1ste September 1857 fandt endelig Arbejdets højtidelige Indvielse Sted med al den Festlighed, som var et saa storartet Foretagende værdigt. Kong Victor Emanuel og Prinds Napoleon antændte selv ved Hjælp af en elektrisk Udladning de første to Krudtladninger til Sprængningerne. Fra nu af fortsattes da Arbejdet stadigt, først fra Piemontsiden, siden fra Savoiesiden.

Det varede imidlertid ikke ret længe, inden man kom paa det rene med, at de Beregninger, den omtalte Kommission havde anstillet, vare aldeles falske, thi i Stedet for at komme 10 Fod frem om Dagen, — hvilket svarer til godt 6000 Fod ialt om Aaret, var man i September 1861 ɔ: altsaa efter 4 Aars Forløb ikke kommen længere end ialt 5034 Fod frem, og hvor lidt ogsaa efter den Tid de førend Arbejdets Paabegyndelse udtalte Forventninger have holdt Stik, kan sees af følgende Tabel, der giver en Oversigt over de første ti Aars Arbejde.

I Aaret	1857	gjennemboredes	122 Fod
—	1858	—	1470 —
—	1859	—	1181 —
—	1860	—	1099 —
—	1861	—	1162 —
—	1862	—	2094 —
—	1863	—	2566 —
—	1864	—	3481 —
—	1865	—	3916 —
—	1866	—	3920 —
—	1867	—	4839 —

Ialt altsaa circa 26000 Fod

Det er en Følge ikke blot af Bjergets ulige store Haardhed paa de forskjellige Steder, at Arbejdet er gaaet saa uregelmæssigt og i Sammenligning med Beregningerne saa langsomt for sig, men ogsaa af den Omstændighed, at Vanskelighederne ved at manøvrere Maskinerne, „Perforatricerne“ som de kaldes, mellem de udsprængte Stykker og de uregelmæssigt afhuggede Klippevægge have vist sig langt anderledes store end paaregnet; endelig glippede ogsaa den Forudsætning, at selve den arbejdende Luft skulde kunne skaffe tilstrækkelig Ventilation. Jo længere man kom ind, desto større Vanskeligheder mødte man i denne Henseende, saa det blev nødvendigt at op-

stille særegne Luftpumper til at suge den daarlige Luft ud.

Vi skulle nu høre, hvorledes et Øjenvidne, der i August 1870 besøgte Tunnelen, skildrer Arbejdet og dets Fremgang. „Allerede i lang Afstand fra Bardonnèche kunde jeg høre en besynderlig Dundren derovre fra, og ikke mange Minuter efterat jeg havde naaet Byen, stod jeg i et Skur ved Siden af den Maskine, som frembragte Støjen, og ved Siden af Opfinderen, Sommeiller. De vare netop ifærd med at anstille Forsøg med en af hans berømte „Perforatrices" og prøve et Bor af ny Konstruktion imod en mægtig Klippeblok, som allerede var mærket med mere end hundrede Huller fra 1 til 4½ Tommes Diameter. Perforatricen, der ser ud som en almindelig Cylinder, anbragt i en firkantet Ramme eller Stativ, hvor den staar i Forbindelse med nogle med Haner forsynede Rør, blev rettet mod en frisk Del af Klippen og paa et Tegn af Ingenieren sat i Bevægelse. Som et Lyn foer et Bor ud af den og slog med et Brag imod Stenen, rev nogle Splinter ud og trak sig lige saa hurtig tilbage, som den var kommen. Bum, bum, drønede det atter, som naar man slaar paa en stor Gongon. I Løbet af 10 Sekunder havde Odden af Boret ædt sig ind i et Hul; da der var gaaet et Minut var det saa omtrent helt forsvundet deri, og efter ti Minuters Forløb havde Instrumentet udboret et Hul, omtrent tre Fod dybt, lige saa rent, som en Snedker kan bore det i et Stykke Træ. Skaftet paa Boret bevægede sig ikke blot frem og tilbage, stedse længere frem, eftersom Hullet blev dybere, men det drejede sig derhos stadig rundt med en jevn Bevægelse, medens en Vandstraale, der blev udsendt med stor Kraft, afkjølede Mejslen og vaskede Gruset af Hullet. Der blev sluppet mere Luft ind i Maskinen, og Øret kunde nu ikke længere følge Lyden af Slagene, som løb sammen i en vedholdende Buldren, 340 Slag i Minutet.

Naar man nærmer sig Tunnelens Munding, lægger man Mærke til de Rør, som tilføre Maskinerne den fortættede Luft. De ere otte Tommer i Diameter og hvile paa Piller af Murværk. Da de udenfor Tunnelen ere udsatte for de stadige Temperaturforandringer, der undertiden beløbe sig til 25° R. paa en Dag, har det været nødvendigt at imødegaa de Ulemper, som Jernets Udvidelse og Sammentrækning medfører, og dette har man opnaaet ved at omgive Enden af hvert Rør med en Muffe af særegen Konstruktion, som tillader Jernet at give sig, uden at den sammenpressede Luft kan slippe ud. Inde i Tunnelen selv, hvor Temperaturen ikke er disse Forandringer underkastet, ere den Slags Forsigtighedsregler overflødige, hvorfor Rørene da ogsaa blot hvile paa Knager langs Væggene. Igjennem disse Jernkanaler føres den stærkt sammenpressede Luft ind til „Frontgalleriet" ɔ: Enden af Minegangen, hvor Arbejderne ere beskjæftigede.

Træder man ind i Tunnelen, overraskes man af dens Størrelse. Med flot Ringeagt for den forøgede Bekostning eller af Hensyn til Fremtiden have Italienerne ikke blot indrettet den til to Spor, men med en Gangsti paa hver Side. Fra Skinnerne til det øverste af Hvælvingen er Højden 20 Fod, Breden 26 Fod. Man lægger dernæst Mærke til, at Gangen næsten overalt er foret med et Murværk af hugne Sten, saa at Klippen kun paa ganske enkelte Punkter mangler Understøttelse; derimod ser man ikke, at der nedenunder Tunnelen er en bedækket Gang omtrent tre Fod høj og fire Fod bred, udhugget i Gulvet midt imellem Skinnerne. Fra Begyndelsen af var den ikke slet saa rummelig, og man tænkte dengang kun paa at benytte den til Afløbsrende for Vandet, og til deri at nedlægge Rørerne, som fører Luften ind i Gangen, men man fandt snart, at det vilde være heldigt at give den større Dimensioner, og idetmindste ved en Lejlighed har den kunnet gjøre Nytte paa en anden Maad'e end man havde tænkt sig. Den 15de Septbr.

1863 skete der nemlig pludselig en uventet Sammenstyrtning af Klippen, hvorved flere Arbejdere mistede Livet, medens omtrent 60 andre, der vare beskjæftigede i Frontgalleriet, bleve indespærrede i Bjerget. De bleve i høj Grad bestyrtede og frygtede for, at de maatte dø af Sult, men tilsidst erindrede en af dem den underjordiske Gang i Tunnelen, og gjennem den undslap de. Fra den Tid bekymre Arbejderne sig ikke stort om Sammenstyrtninger.

Temperaturen i Tunnelen er temmelig ens hele Aaret rundt, men den er meget højere i nogle Dele af Gangen end i andre. Ved mit sidste Besøg viste Thermometret 14 ° R. udenfor, en Fjerdingvej fra Indgangen var det næsten steget en Grad, og Mundingen af Gangen saa herfra ud som Solen paa en taaget Novemberdag; en halv Mil inde stod Thermometret paa 16,9 °, Luften var fordærvet og Mundingen af Tunnelen kunde ikke sees mere; to hundrede og halvtredsindstyve Skridt længere fremme var Varmen stegen til 19 °, Gangen var opfyldt af tykke Røgskyer, Lyset i en almindelig Bjergværkslampe kunde kun sees i fem eller sex Skridts Afstand, og det var besværligt at faa Vejret. Her endte den Del af Tunnelen, som var fuldført, og paa dette Sted samler den fordærvede Luft sig, tiltrukken af Luftpumperne, som ere i Gang ved Tunnelens Munding Hvælvingen skrumpede nu sammen til en fire Alen høj Minegang og var ikke synderlig bredere; den var tilmed opfyldt med Vogne, belæssede med Klippestykker og Grus, saa man havde Møje med at klemme sig igjennem langs med Væggen. Et halvt hundrede Alen havde vi vel vandret paa denne Maade, da vi pludselig kom ud i et Lyshav, sammenlignelsesvis forstaar sig. To hundrede fedtede, osende Lamper hang omkring paa Væggene, og Vandet, som dryppede ned, skinnede i Faldet som Diamanter. To hundrede Mand arbejdede her paa at udvide Galleriet, skjæggede, sortladne Karle, nogle liggende paa Ryggen, andre paa Siden, andre igjen staaende op, nogle af dem halvt nøgne, andre aldeles nøgne, alle arbejdende med en god Villie med deres Hamre og Hakker, medens Sveden haglede ned ad dem. Temperaturen var paa dette Sted stegen til omtrent 22 ° ....

Forskjellen mellem Temperaturen ved Mundingen og inderst inde i Tunnelen beløb sig altsaa til henved 8 °; men hvor meget af denne Tilvæxt skyldtes vel Lysene, Menneskene og Hestene? Dersom Varmen i Tunnelen tog til Favn for Favn efter samme Forhold, som naar man stiger ned i Jorden, vilde den midt i Bjerget være omtrent 40 ° højere end ved Mundingen af Gangen; men saa stærkt forøges den ikke. Man har forsømt at undersøge disse Forhold, og nu er det for sent, efterat der nødvendigvis har fundet en Afkjøling Sted....

Vi gik nu videre frem ind i Bjerget, hvor Luften blev renere og Varmen mindre. Efterhaanden hendøde Hammerslagene, og man hørte for en Stund kun Lyden af sine egne Fodtrin og det dryppende Vand; dog snart lød det foran inde fra Bjerget, først svagt, saa stærkere og stærkere, indtil det blev til Drøn, — det var Boremaskinen i den inderste Ende af Minegangen. En Vandring paa 500 Skridt bragte os til Stedet. Det svære Stativ, „l'affût", tjente til Støtte for ni af de saakaldte Perforatrices; hver af disse ni Maskiner udsendte sit Bor, og hvert Bor ramte Klippen 100 Gange i Minutet, hver Gang med en Kraft af 200 Pund. Ingen kan forestille sig, hvilket forfærdeligt Brag disse 1800 Slag i Minutet, der bleve førte med en saadan Kraft, gav i et Kammer med Klippevægge kun fire Alen højt og halvfemte Alen bredt; men lige saa lidt kan man gjøre sig en Forestilling om den beundringsværdige Maade, hvorpaa disse Maskiner udføre deres Arbejde.

Tiltrods for Larmen og den knebne Plads, Folkene have, gaar Arbejdet sin stadige Gang Dag og Nat; hver Mand ved, hvad han skal

gjøre. Formændene lede Arbejdet mere ved Tegn end ved Ord; nogle Arbejdere styre Mejslerne, andre regulere Forsyningen med Luft, Maskinfolkene ere ved Haanden, om deres Hjælp skulde gjøres fornøden, og halvvoxne Drenge forsyne Maskinerne med Olie fra deres langnæbede Kander. Midt under den tilsyneladende Forvirring hersker der den strengeste Orden. I Begyndelsen var det noget helt andet; da var Arbejdet nyt, ikke blot for Arbejderne, men ogsaa for dem, som skulde lede det; først da man fik Øvelse og gjorde Erfaringer, fik det lidt efter lidt Fremgang, og da saa endelig en tilstrækkelig Mængde Arbejdere vare oplærte, saa gik det Nat og Dag. Næsten alle Detaillerne ved Maskineriet, Gangens Højde og Brede, Borehullernes Antal og Dybde, og Maaden at sprænge den paa er bleven forandret, siden man begyndte; kun de almindelige Principer ere uforandrede. Et Hul, $4\frac{1}{2}$ Tomme i Diameter, bores til en Dybde af henved tre Fod midt i Klippevæggen, dog noget nærmere ved Gulvet end ved Loftet; halvtreds til tredsinstyve Huller af mindre Størrelse men samme Dybde bores rundt omkring dette hele Fladen over. Derpaa tørres og renses de alle ved Hjælp af en Straale sammenpresset Luft, Affutagen trækkes tilbage bagved et Par stærke jernbeslagne Døre, og sex af de smaa Huller nærmest det store Hul i Midten lades med Krudt og sprænges. Explosionen virker til den Side, hvor Modstanden er mindst, det vil sige ind imod det store Hul i Midten, og der opstaar saaledes en ti Gange saa stor Aabning ind i Klippen; derefter lader og sprænger man den næste Kreds af Borehuller og saa fremdeles, til hele Klippefladen er sprængt bort til en Dybde af halvanden Alen. Smaavogne skydes nu frem paa Sideskinner, Stenene og Gruset føres bort, og Affutagen rykker atter frem til Angreb. Disse Operationer gjentage sig med ufravigelig Regelmæssighed to Gange hver Dag."

Saaledes altsaa foregik Arbejdet, saaledes borede man sig frem Dag for Dag. Vi have forhen angivet Resultatet af de første ti Aars Arbejde, og man har set, at det ved Slutningen af 1867 beløb sig til circa 26,000 Fod udboret Gang, ɔ: to Trediedele af den hele Længde; den sidste Trediedel gik ulige hurtigere, idet den nemlig kun tog tre Aar. Juleaften 1870 mødtes man, og saa omhyggelig var alt beregnet, saa nøjagtig havde man arbejdet, at de to sidste Boringer ikke engang tog en halv Tomme fejl af hinanden. Efter tretten Aars Arbejde var altsaa Værket for saa vidt fuldført, som man var kommen igjennem; men det forstaar sig, at der endnu var meget at udrette, inden den nye Jernbane gjennem Alperne kunde tages i Brug. Der hengik endnu 8 Maaneder, inden den højtidelige Indvielse kunde foregaa, inden det første Tog den 17de September 1871 efter en halv Time at have været indesluttet i Bjergets Skjød kom ud paa fransk Side, medbringende fra Turin et udvalgt Selskab af Teknikere og Videnskabsmænd, som med almindelig Jubel modtoges af den ved Indgangen utaalmodigt ventende Skare. Nu har da altsaa dette overordentlige Værk været fuldført i allerede næsten to Aar, nu er Italien, som den franske Republiks Udenrigsminister, Grev Remusat saa stærkt betonede i sin Indvielsestale, sammenkyttet med Frankrig; — men det er jo da ikke den eneste Frugt af de kæmpemæssige Anstrengelser. Ogsaa langt anderledes vidt fra hinanden fjernede Lande vil ved denne Tunnel om ikke maaske knyttes fastere sammen, saa dog komme i langt hurtigere indbyrdes Forbindelse end før, f. Ex. England og Indien; men dertil kommer endnu, og det er sandelig ikke det mindst vigtige, at det heldige Resultat, her er naaet, vil give Mod til endnu større Foretagender med godt Haab om deres lykkelige Udførelse.

Man har i det foregaaende haft Lejlighed til at se en Række Exempler paa, hvorledes

Anlæget af Jernbanerne har stillet Problemer op for Ingeniørvidenskaben, som det i Sandhed er en Triumf for denne Videnskab, at den har formaaet at løse; man skal i det nu nærmest følgende, som gaar ud paa at omtale Broer og Viadukter, faa at se, at ogsaa i Retning af Arkitektur og Kunst har Jernbanerne givet Anledning til Arbejder af meget betydeligt Omfang.

Man kan, idet man tager Hensyn til de anvendte Materialier, opstille tre Klasser af Broer: Træbroer, Stenbroer og Jernbroer. Af dem ere Træbroerne de mindst bekostelige, men selvfølgelig ogsaa de mindst varige; derfor bruges de da ogsaa kun undtagelsesvis her i Europa — i Cornwall finder man dem dog temmelig almindeligt — uden netop rent interimistisk, naar en eller anden Jernbanebro enten er under total Ombygning eller under Reparation. Forat der ikke skal ske nogen Standsning i Færdselen, opføres der da en Træbro over den gamle Bro; men den tages strax bort igjen, naar denne er færdig. I Amerika benyttes de derimod i stor Udstrækning, ja der har derovre endog udviklet sig et ganske særegent System af dem, nemlig de saakaldte Gitterbroer (Fagværksbroer), der kunne naa over meget store Afstande uden at udøve noget Sidetryk paa Pillerne. Sagen er nemlig den, at Væggene ere sammensatte af to eller flere Rækker skraat staaende Planker (Ribber), der igjen i Krydsningspunkterne ere naglede sammen og saavel foroven som forneden holdes fast mellem et Par paalangs løbende Bjelker. Da Broens hele Overbygning paa denne Maade bliver vandret, lide Pillerne som sagt intet Sidetryk, og dette medfører igjen, at de ikke behøve at være særdeles tykke; derfor har det hele Anlæg et overmaade let og dristigt Udseende. Brobanen bæres af disse Vægge, der desuden som oftest udgjøre Broens Rækværk.

Fører en Bro en Vej eller Jernbane over en Kløft eller Dal, kalder man den en Viadukt, og det forstaar sig af sig selv, at den er en Stenbro. Det er nu netop Jernbanerne, der i den nyere Tid have givet Anledning til Opførelsen af store Viadukter, der ofte bestaa af flere Rækker Buer, den ene over den anden, og sædvanligvis med en meget betydelig Højde i Forhold til Breden. Hyppigst finder Rundbuen og Spidsbuen Anvendelse ved dem, ikke blot fordi de udøve mindst Sidetryk paa Pillerne, men ogsaa fordi de bedst modstaa de stærke Rystelser, som Togets Bevægelse hen over dem foraarsage.

En af de kolossaleste Broer af den Art er den, som fører Jernbanen over Göltzdalen i Sachsen; den har en Længde af over 1900 Fod og bestaar af fire Etager Buer, der rage 250 Fod op over Dalens dybeste Punkt (Taarn og Spir paa Vor Frelsers Kirke paa Christianshavn er 288 Fod). Af andre bekjendte Viadukter skulle her først nævnes den, som fører over Fleurydalen i Nærheden af Meudon; den er navnlig derved mærkelig, at man for Funderingens Skyld maatte arbejde sig ned igjennem det løse Lerlag, som ligger øverst i Dalstrøget, indtil man naaede det nedenunder liggende faste Kridtlag. Rumfanget af det Murværk, som ligger under Jorden, er derved bleven lige saa stort som det, der sees. Endvidere Viadukterne, der føre til Marnebroen ved Nogent i Nærheden af Paris, — Bro og Viadukter tilsammen have her en Længde af over 2200 Fod — og Viadukten ved Chaumont (Øvre-Marne), der er 1900 Fod lang og 150 Fod høj, og dog blev fuldført i mindre end et Aar; der arbejdedes paa den om Natten ved elektrisk Lys. Den Viadukt, vort Billede Figur 137, exempelvis fremstiller, er den ved Morlaix paa Banestrækningen Brest—Paris; i betydelig Højde fører den Banetoget over Byens Tage.

Jernbroerne ere enten af Støbejern eller Smedejern. De første opføres dels af massive Stænger eller Plader, og Konstruktionen er da som almindelige Træbroers; dels af støbte bue-

formige Rør, der anbringes som Hængeværker eller Sprængværker. I Smedejernsbroerne ere Dragerne snart dannede af valsede Jernbaneskinner, snart af tykke sammennittede Jernplader, der ofte styrkes ved at forbindes til lange firkantede Rør, snart som Gitterværk af korsstillede flade Stænger. En ganske særegen Højvande, samt at der, saalænge Broen var under Bygning, ikke maatte opstilles Hvælvinger eller Stilladser imellem Pillerne i Strømmen eller nogetsomhelst andet, der i længere Tid kunde lægge Fartøjerne Hindringer i Vejen. Det var haarde Konditioner for Ingeniørerne, men de fik Bugt med dem, — de, det vil sige

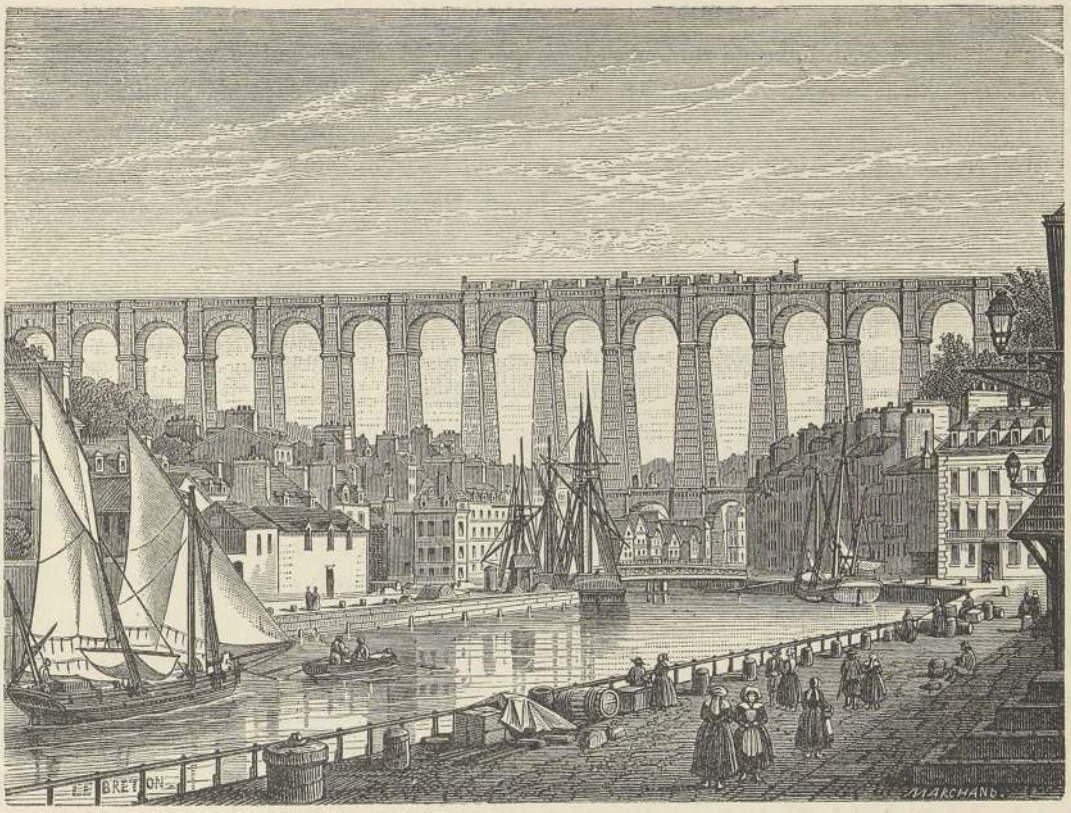


Fig. 137. Viadukten ved Morlaix.

Smedejernskonstruktion er endelig bragt i Anvendelse af Robert Stephenson, nemlig de saakaldte Rørbroer, der nærmest kunne karakteriseres som hængende Tunneler.

Anledningen til dem var følgende. Jernbanen fra Chester til Holyhead skulde føres over Menaistrædet mellem Anglesey og Wales, der paa det snevreste Sted er circa 1100 Fod bredt. Admiralitetet, som skulde tage Bestemmelse om Arbejdet, forlangte at Brodækket, af Hensyn til Skibenes uhindrede Passage, i det mindste skulde ligge 100 Fod over største

Robert Stephenson og William Fairbairn, der i Forening lagde Planen, medens dog Stephenson hovedsagelig blev den, der bragte den i Udførelse.

Til at begynde med blev der midt i Strædet paa den lille Brittaniaklippe, der har givet Broen Navnet Brittaniabroen, opført en Pille paa godt 150 Fods Højde, derefter ved hver Side og i en Afstand af 446 Fod fra Midtpillen en noget mindre, og endelig ved hver af Kysterne endnu en. Derefter bleve fire af svære, sammennittede Jernbliksplader

dannede Rør ved Hjælp af Flaader bragte ud mellem Pillerne i Strømmen, og endelig bleve disse Rør af hydrauliske Presser, som dreves af Dampmaskiner, løftede op og anbragte paa Pillerne, to og to ved Siden af hinanden, saa at der tværs igjennem de tre Piller kom til at ligge to parallelt løbende Rør. Ethvert af de fire Rør vejede 1800 Tons. Forbindelsen mellem disse Rør og Broens Endepiller paa Land blev nu iværksat ved lignende Rør, der dog byggedes paa Stedet over Stilladser. Af Hensyn til Sammentrækninger og Udvidelser paa Grund af Temperaturforandringer bleve Rørene alene fæstede til Midtpillen, Brittaniapillen; paa de to andre Strømpiller og inde paa Brystmuren af de meget brede Landpiller hvile de derimod paa Støbejernsruller. Der er altsaa i det hele fire Rør, to og to udgaaende til hver Side fra Midtpillen; de ere i Lysningen 13½ Fod brede og have ved Enderne en Højde af 22½ Fod, der stiger henimod Midten til godt 29 Fod. Deres Styrke faa de hovedsagelig fra flere mindre foroven og forneden løbende rørformige Celler af rektangulært Gjennemsnit; i hvert af dem løber et Jernbanespor. Totalvægten beløber sig til 10,800 Tons, hvoraf alene 900 Tons ere gaaede med til Bolter og Nagler. Rørerenes Længde er tilsammen 1500 Fod. Inderst mod Land ender Pillernes Brystmur i en stor Piedestal, der bærer en liggende Løve af kolossal Størrelse, medens yderst ude Indkjørslerne til Rørene føres igjennem murede Porte med en smuk Overbygning i samme Stil som Midtpillerne.

En Bro af samme Art, og konstrueret af de samme to Ingeniører, fører den samme Jernbane videre over Conwayfloden til Holyhead. Dens to parallele Rør, som uden at hvile paa nogen Pille i Strømmen spænde lige fra den ene Brystmur til den anden, ere hver 390 Fod lange og veje 1130 Tons.

Et Kæmpeværk af Rørbro er endnu af Stephenson og Ross opført over St. Lawrencefloden for at føre Jernbanen fra New-York til Kanada; det er den, som er bekjendt under Navnet Victoriabroen. Dens hele Længde løber op til over 8700 Fod, fordelt paa 25 enkelte Stykker, hvis Spænding voxer fra Kysten ud imod Midten fra godt 200 Fod til at begynde med indtil over 300 Fod; samtidig voxer ogsaa Pillernes Tykkelse og Rørets Højde, der ved Midten beløber sig til 22 Fod. Passagen igjennem denne Bro varer i fire Minuter, hvilket svarer til en Middelhastighed af over 5 Mil i Timen, og dog mene Ingeniørerne, at man uden Fare vilde kunne gaa igjennem med endnu langt større Hastighed.

Af andre større Jernbroer skal her endnu kun nævnes Jern-Stakitbroen mellem Strasborg og Kehl, som Figur 138 giver en Afbildning af. Den blev bygget af baade franske og badensiske Ingeniører, og store vare de Vanskeligheder, de havde at kæmpe med. Dels løber den brede Strøm nemlig meget strid paa dette Sted, dels bestaar dens Seng i stor Dybde af løst Grus, saa at der maatte træffes overordentlige Foranstaltninger for at skaffe Pillerne et fast Underlag. Dette blev dog opnaaet ved at sænke deres Fodstykke 30 Alen ned i Grunden, et overmaade besværligt, bekosteligt og langvarigt Arbejde. Broen, som blev indrettet til to Jernbanespor, blev bygget i tre Hoveddele, af hvilke Midtstykket, en fast Jern-Stakitbro af 350 Fods Længde og med en Vægt af fire Millioner Pund blev lagt ud paa fire Piller i Strømmen. Det blev bygget paa fransk Grund og derefter i et Stykke paa Ruller skudt ud paa sin Plads. Forbindelsen mellem dette Midtstykke og begge Bredder blev efter Fordring fra Diplomatiets Side tilvejebragt ved to 200 Fod lange Drejebroer, ligeledes af Jern, og af en Vægt af 700,000 Pund hver; naar man drejede dem fra, frembragte de en Aabning paa 80 Fods Brede. Trods denne betydelige Størrelse kunde to Mand dog sætte Drejemaskinerne i Gang, saa at det altsaa stod

i to Daglejeres Magt at afskjære hele Forbindelsen mellem de to Nabofolk.

Ved hver Ende af Stakitbroen blev rejst en af Jern forfærdiget, gothisk Portal med Buer og smaa Taarne i gjennembrudt Arbejde; over den vestlige Portal sattes den franske Kejserørn, over den østlige Zähringernes heral-

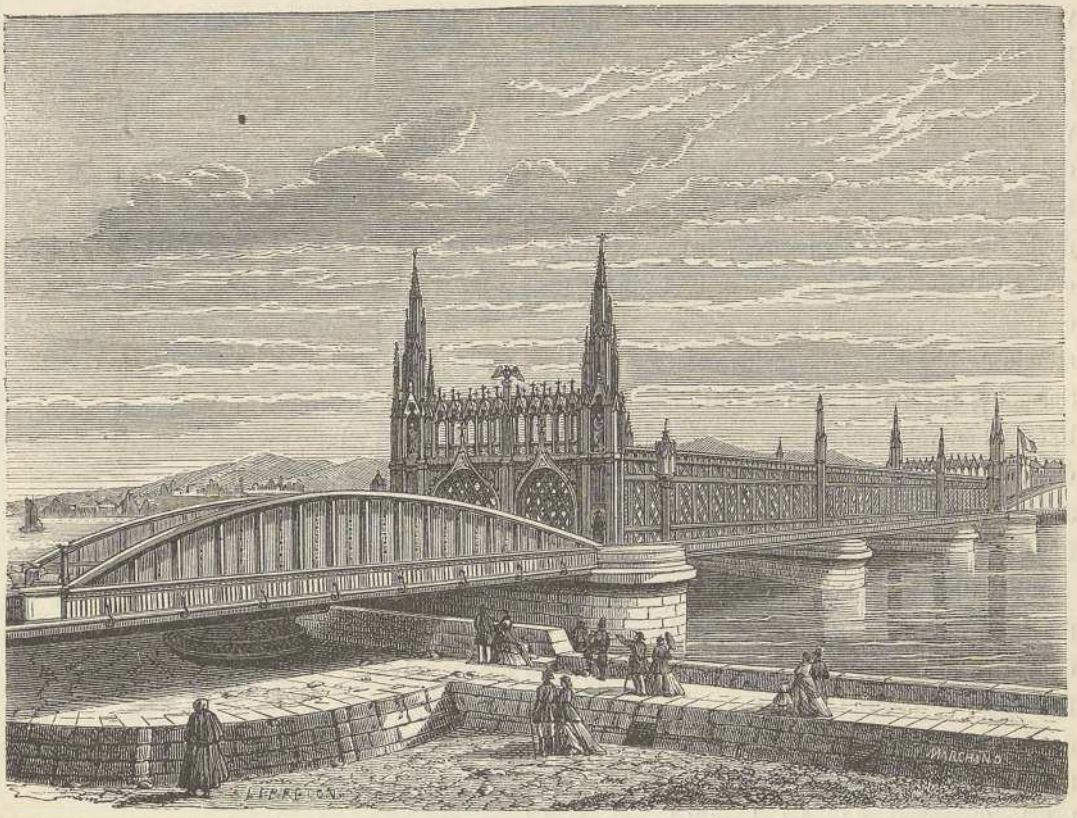


Fig. 138. Jernbanebroen mellem Strasborg og Kehl.

diske Grib. — Broens Aabning fandt Sted den 6te April 1861 med stor Højtidelighed; Administratoren for de franske Østbaner udbragte en Skaal for den gode Forstaaelse mellem de to Folk og ytrede, at det gamle Udraab: Til Rhinen! ikke længere var et Krigsraab men et Samdrægtidheds- og Foreningsraab, et fredeligt Udraab af to Folkefærd, som ere saa vel skikkede til at forstaa hinanden. Han berørte den kildne Sag med Drejebroerne og anførte, at de vel vare anbragte for at standse Samkvemmet, naar en Krig kom paa, men at man med Tillid kunde se ud i Fremtiden og sikkert haabe, at de hin Morgen ved Broskuet vare satte i Bevægelse baade for første og sidste Gang. — Dette var i 1861, og saa varede det dog ikke engang ti Aar, inden disse Drejebroer ikke blot bleve drejede fra igjen, men inden Krudtet endogsaa maatte til for at frembringe en endnu større Kløft, end den Drejebroerne formaaede at aabne. Den 22de Juli 1870 sprængte nemlig badensiske Ingeniører Brohovedet ved Kehl i Luften; de befrygtede Franskmændenes Komme. Nu er Broen opført igjen i samme Skikkelse som før.

Hos os er den største Jernbanebro endnu den over Langaa. Den blev opført af Granit med Smedejerns Dragere, bestaaende af Rør, et paa hver Side af Sporet, som igjen blev baaret af andre Jerndragere paatværs. For at forhindre Svingninger bleve to Tværbuer an-

bragte mellem Sidevæggene. Pillerne opførtes saa stærke, at deres Bærekraft foruden deres egen Vægt bragtes op til 1 Million Pund. Funderingen skete paa 200 Bøgestammer af 16 Alens Længde og 200 gjennemskaarne Fyrrebjælker. Broens ene Ende blev lagt fast, medens den anden af Hensyn til Forandringer i Længde ($1\frac{1}{2}''$) paa Grund af Temperaturvariationer blev lagt paa Ruller. Ogsaa denne Bro har været udsat for Krudtets Sprængkraft, idet den tydske Armes Øverstbefalende Vogel v. Falkenstein i vor sidste ulykkelige Krig beordrede den sprængt, — en aldeles unødvendig Foranstaltning, en Vandalisme, der kun stemmede daarligt med Tydskernes bekjendte Raab om civilisatoriske Ideer. Den er i sin gjenopførte Skikkelse som sagt endnu Danmarks største Jernbanebro, forsaavidt som den med 1 Spænding har en Længde af 150 Fod. Skivebroen har vel samme Længde, men i to Spændinger. Den under Bygning værende Skjernaabro vil blive endnu meget større (circa 300 Fod).

Til Slutning have vi endnu at gjøre opmærksom paa Hængebroerne, der dog kun ere anvendte som Jernbanebroer i Amerika. Den mest bekjendte af dem er Niagarabroen, der opførtes i Aarene fra 1852—56. Den er 822 Fod lang fra Taarn til Taarn; det amerikanske Taarn er 88, det kanadiske 78 Fod højt, og de Tove, som bære Broen, $10\frac{1}{4}$ Tomme tykke.

OTTENDE KAPITEL.

SPORET. — SVELLERNE. — SKINNERNE. — OVERKJØRSLER. SPORSKIFTER. — SPORKRYDSNINGER. — DREJESKIVER. SKYDEBROER. — SÆNKGRUBER. — SIGNALER.

Efterat vi i det foregaaende Kapitel have omtalt de foreløbige Arbejder, hvortil Jernbaneanlægene give Anledning, skulle vi nu i dette nærmere gaae ind paa selve Jernvejen, Sporet.

Vi forudsætte da altsaa, at man ved de forhen omtalte Jordarbejder har faaet Jordbundens naturlige Heldninger tilstrækkelig jevnede, at alle Vejgrøfter ere gravede, Stenkister og Broer o. s. v. opførte, at kort sagt hele Jordunderbygningen, Planum, er færdig, saa staar endnu Sporets Nedlægning tilbage. Ogsaa dette kræver, om man saa vil, et foreløbigt Arbejde, for saa vidt som det, hvad let forstaaes, ikke kunde gaa an at udlægge Skinnerne umiddelbart paa den nu anlagte Vej. Dels vilde nemlig den bare Jord ikke yde et tilstrækkelig solidt Underlag, idet den snart vilde blødes op af Regn og Sne, dels vilde Murværket i Broerne og Stenkisterne som direkte Underlag for Skinnerne være for haardt, saa der maa oven paa Planum anbringes et passende Lag, hvorpaa Sporet kan lægges. I Almindelighed bruger man hertil Sand, eller rettere Grus, ikke for fint, thi saa blæses det bort, heller ikke for grovt, saa er det for haardt. Det samme Lag Grus holder tillige Vejen tør, idet Vandet siver ned igjennem det til Planum, som er anlagt med en ringe Heldning til begge Sider. Er det paa Steder, der ere vanskelige at holde tørre, f. Ex. i store Udskjæringer, saa anbringer man der underjordiske Afløbsrender (Drains, Faskiner), der føre til dybt udgravede Brønde.

Har man da nu faaet et saadant Lag Grus paa omtrent 1 Fods Tykkelse spredt ud over Vejen, saa nedlægger man Svellerne o: de Bjælkeunderlag, hvorpaa Skinnerne hvile, deri. Derefter fylder man Mellemrummene mellem Svellerne op med nyt Grus saa højt, at de helt ere dækkede, og man har da ovenpaa Planum et Gruslag af ialt omtrent 2 Fods Tykkelse. Er Jorden særdeles fugtig, som i de toscanske Sumpe, i den romerske Campagne, i Holland o. l. Steder, saa rammer man Pæle ned i Grunden, lægger Bjælker (Langsveller) fra det ene Pælehoved til det næste hele Banen igjennem, derovenpaa de sædvanlige Tværsveller,

og endelig ovenpaa dem, hvis det gjøres fornødent, endnu et Lag Langsveller, som da tilsidst bære Skinnerne. I de dybe Sumpe mellem Liverpool og Manchester har man endog været nødt til at anlægge Planum paa et meget tykt Lag Faskiner.

Til at begynde med anbragte man almindeligt Skinnerne paa Stenklodse, som stod aldeles uafhængige af hverandre, det vil sige dannede to Rækker isolerede Understøttelsespunkter for Skinnerne. Det var meget billigere end de nu brugelige Træsveller, men paa den anden Side forrykkedes de let, ikke at tale om, at Svellerne ere lettere baade at anbringe og at flytte. Man bruger da altsaa nu i Almindelighed Træsveller ɔ: Bjælker, som lægges paatværs af Vejen (se de følgende Figurer) med omtrent 3 Fods indbyrdes Afstand; deres Form er som flade firsidede Prismer, hvilket er at foretrække for de tidligere anvendte tresidede Prismer eller Halvcylindre. Den Træsort, som bedst egner sig til dem, er Eg; men som oftest maa man lade sig nøje med Fyr, der da for Varighedens Skyld gjennemtrænges med Kreosot, Jernvitriol, Kobbervitriol, Sublimat eller et andet Stof, som beskytter imod Forraadnelse. I de tropiske Egne, hvor Forraadnelsen naturligvis gaar langt hurtigere for sig end hos os, benytter man de der voxende haarde Træsorter; exempelvis skal saaledes her anføres, at Sporet paa Panamabanen er lagt ud paa Sveller af Guajak (Pokkenholt).

Om Brugen af Jernskinner har der allerede (Pag. 207) været fortalt, at den naar op til først i forrige Aarhundrede. Det var flade, med en opstaaende Kant forsynede Skinner, forfærdigede af Støbejern i Længde omtrent af 4 Fod, og ligefrem ved Nagler fæstede til Underlagene. For at forøge deres Styrke forsynede man dem forneden med en Forstærkning, der gjordes højest i Midten og forløb sig ud til begge Sider; derfra deres Navn Fiskebugskinner. I 1789 fandt dernæst Jessop paa at lægge den fremstaaende Kant, hvormed Fladskinnerne vare forsynede, over paa Hjulene, hvor den blev kaldet Sporkrands, Flanche. Skinnernes Form blev derved simplere, deres Brede blev mindre stor i Forhold til Højden, kort sagt man kom fra Fladskinner over til Højskinner, en Form, der da ogsaa er mere principrigtig end Fladskinnernes, for saa vidt som Styrken bør være størst i den Retning, hvori Trykket virker.

Først i dette Aarhundrede begyndte man at anvende Smedejern til Skinnernes Forfærdigelse; derved blev de baade meget stærkere og kunde gjøres meget længere, idet man valsede dem ud til fra 15 til 21 Fods Længde. De havde fra først af Gjennemsnit som et Kvadrat, undertiden med en elliptisk Forstærkning forneden, altsaa som Fiskebugskinnerne. Senere gav man dem en Udvidelse baade foroven og forneden, Hoved og Fod, saa at de fik samme Gjennemsnit som en Haandvægt, der skjæres igjennem efter Længden (se Fig. 141). Derved opnaaede man den Fordel at kunne vende dem omkring, ɔ: benytte Foden som Hoved og omvendt, naar de vare slidte, men man blev da ogsaa nødt til at indrette sig særegne Lejer til dem, de saakaldte Stole, det vil sige Støbejernkjæber, der gabede op omkring Foden ligesom en Knibtangs Kjæber om et Sum; Trækiler, som slaaes ind fra Siden, holde dem nu fast der. Stolene selv ere fastgjorte til Underlagene. Saadanne Skinner bruges som oftest i England, Frankrig og Belgien; derimod har man i Tyskland og Danmark ikke optaget dem, fordi Stolene let gaa itu. Man har derfor valgt Skinner med en bred Fod, der ligefrem befæstes til Underlagene ved Hagenagler; Figurerne 139 og 140 vise to af den Slags, den sidste den saakaldte Vignoles Skinne, saaledes benævnet efter dens Opfinder. Hovederne paa begge ere afrundede. Endnu en tredie Slags Skinner har man konstrueret,

nemlig de saakaldte Bro-, Port- eller Omegaskinner, hvis Tværsnit ligner det græske Bogstav Ω; de have ikke saa stor Bæreevne som de andre og bruges derfor kun sjeldent.

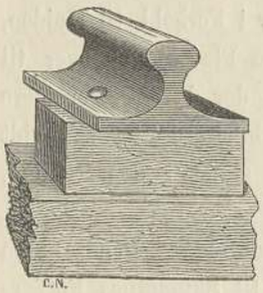


Fig. 139.

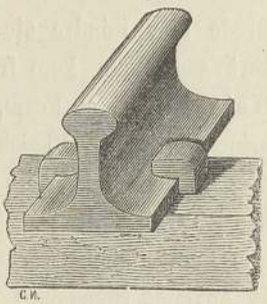


Fig. 140.

Figur 141 viser, hvorledes Skinnerne ere indbyrdes forbundne; deres Endestykker ere nemlig lagte ind i en Stol, til hvilken de ere fæstede ved Hjælp af Bolte. Ved en saadan

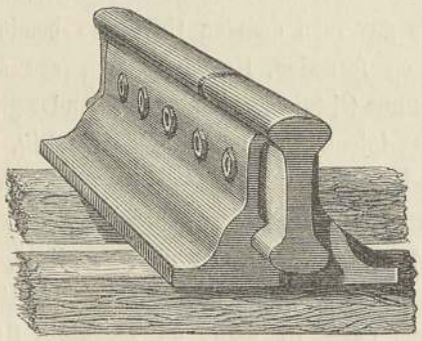


Fig. 141.

Samling er at iagttage, at de to Skinner af Hensyn til deres Udvidelser og Sammentrækninger paa Grund af Temperaturforandringerne ikke komme til at ligge lige op til hinanden, men at der er et Mellemrum af et Par Linier imellem dem; var der ikke det, vilde de ved Udvidelsen kunne komme til at presse hinanden saa stærkt, at Følgen blev en Forskydning.

Hvor Jernbanesporene overskjære de almindelige Veje i disses Niveau fremkommer de saakaldte Overskjørsler eller Niveauovergange. Baneskinnernes øverste Flader anbringes her i Vejens Overflade, og der udskjæres paa Skinnernes indvendige Side Riller i Vejen til Lokomotiv- og Waggonhjulenes Sporkrandse. Er det en Kjørevej, Talen er om, maa Overgangen være brolagt i hele Vejens Brede (Fig. 142).

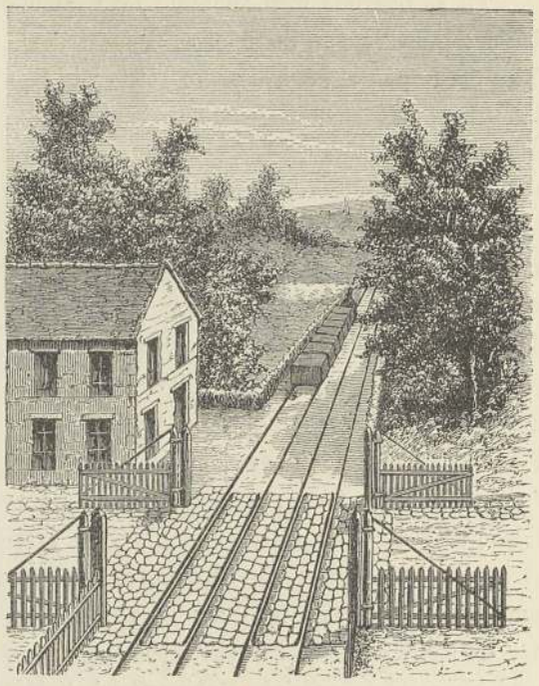


Fig. 142. Niveau-Overgang og Led.

Har Banen kun et Spor, maa den selvfølgelig paa passende Steder være forsynet med Undvigespor, forat to Tog kunne kómme forbi hinanden. Hvor saadant sker, og overhovedet hvor et Spor deler sig i flere (ved D Figur 143, der rent geometrisk viser Forholdene

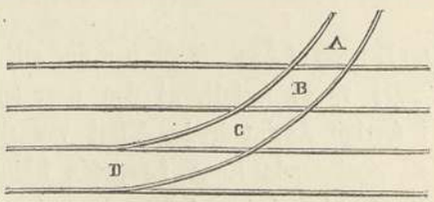


Fig. 143.

ved Sporskifterne og Sporkrydsningerne) opstaar de saakaldte Sporskifter, som nødvendig følges af en Sporkrydsning, enten enkelt, som ved C, hvor kun en Skinne af

hvert Spor skjære hinanden, eller dobbelt, som ved B og A, hvor alle fire skjære hverandre.

Den simpleste Maade at indrette et Sporskifte vilde være at gjøre et Stykke af det ene Spor bevægeligt, saa at det lod sig dreje til Siden; men da et af Sporene derved blev fuldstændig afbrudt, hvilket let kunde afstedkomme Ulykke, saa lader man hellere i Delingspunktet de to yderste Skinner være sammenhængende og faste, medens de indre gjøres bevægelige. Derved kan ganske vist et Tog ved Uagtsomhed fra Banevogterens Side komme ind paa et urigtigt Spor, men løbe af Skinnerne kan det ikke. Hvorledes da nu dette er at forstaa, viser Fig. 144. De to inderste Skinne-

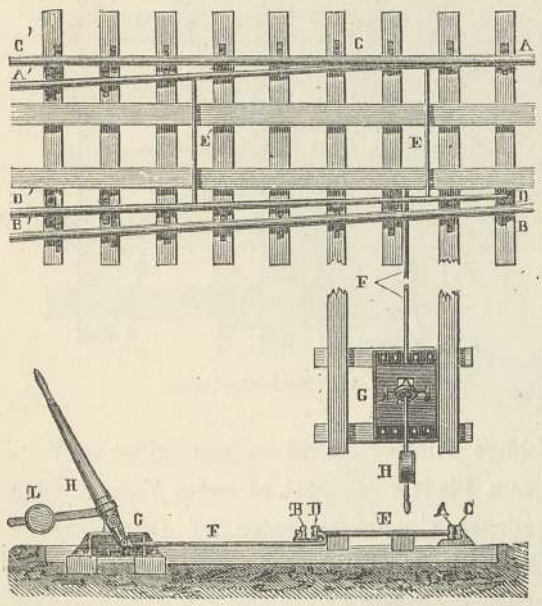


Fig. 144. Sporskifte.

stykker AA', DD', der ere skaarne til kileformigt ved A og D, ere ved Tværstængerne E, E' fast forbundne indbyrdes; derimod er det hele System A'AE'EDD' — den saakaldte Tunge — bevægeligt til Siden, saa at enhver af dens Skinnestykker kan bringes til at ligge an imod sin Sideskinne, medens da selvfølgelig den anden gaar fra sin. I Figuren er saaledes A'A lagt op imod C'A, en Stilling, som tillader det fra A kommende Tog at løbe ind paa Sporet AA', BB', idet Sporkrandsen paa Hjulet ved A løber ind paa Indersiden af AA', medens Sporkrandsen paa Hjulet ved B samtidig holdes aldeles klar af DD'. Skulde Toget derimod fortsætte sin Fart paa samme Spor eller komme fra den modsatte Side, saa maatte Banevogteren have slaaet Tungen over til den anden Side. Dette kan han gjøre ved et Ryk opad paa den i Figuren ved HG angivne Vægtstang, der til yderligere Forstaaelse af det hele er tegnet ned underneden. Man ser, at HG, Sporskiftestolen, som den kaldes, er bevægelig om en vandret Axe ved G; dens nederste Endepunkt er fasthængslet til Trækstangen F, som igjen er fast forbundet med Tungen DEA; L er en Kontravægt, der holder Stolen i den Stilling, man giver den.

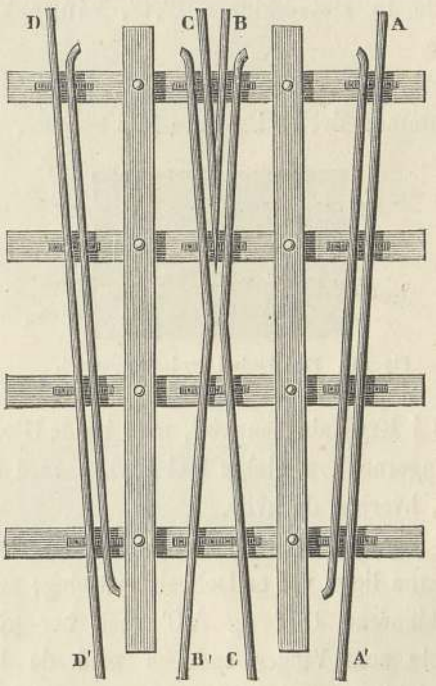


Fig. 145. Enkelt Sporkrydsning.

Forholdene ved Sporkrydsningerne anskueliggjøres af Figurerne 145—47. I Figur 145 er det den enkelte Sporkrydsning, det drejer sig om, den, der i ethvert Tilfælde altid følger

umiddelbart efter Sporskiftet, som man skal tænke sig beliggende der, hvor Forlængelserne af DD', BB', og CC', AA' træffe hinanden. Krydsningspunktet ligger da der, hvor de to inderste Skinner CC' og BB' skjære hinanden, og det er nu saaledes at forstaa, at disse to Skinner paa dette Sted ere afbrudte et kort Stykke, idet nemlig Hjertestykket CB er uden Forbindelse med C'B'. Man forstaar da let, at Hjulenes Sporkrandse kunne komme igjennem uden at støde imod, fra hvilken Side Toget saa end kommer, og man ser af Figuren, at der er taget enhver mulig Forholdsregel mod at det skulde løbe af Sporet, idet der ikke blot langs de yderste Skinner AA', DD' er lagt et Par Tvangsskinner, Kontraskinner aa, bb, som styre Sporkrandsen, men ogsaa langs selve Hjertestykkets Sider er anbragt et Par lignende, dannede ved en Bøjning paa de to Hovedskinner B', C', Vingeskinnerne.

Fig. 146 viser en anden Disposition for det samme; det er her ikke løse Skinner, der

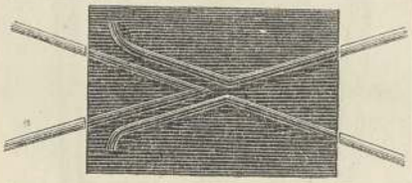


Fig. 146. Fast Plade i Krydsningspunktet.

mødes i Krydsningspunktet, men baade Hjertet og Vingerne ere støbte i et Stykke med den Plade, hvorpaa de hvile.

I Fig. 147 endelig er afbildet, hvorledes Skinnerne ligge ved en Dobbeltkrydsning; selve Yderskinnerne DB' og AC' maa her gjøre Tjeneste som Vinger sammen med de løse Vingestykker i Midten. — Figurerne 145 og 147 vise desuden, hvorledes Svellerne i Krydsningerne ere indbyrdes forbunde ved Langtræer, hvorved hele Underlaget bliver meget solidt. —

Paa Banegaardene maa man meget ofte bringe et Lokomotiv eller en Waggon over fra et Spor til et andet; dette kunde ske ved Sporskifter, men vilde da fordre, at alle de forskjellige Spor løb sammen, som nu nylig beskrevet. Dertil er der imidlertid næsten aldrig Plads nok, og selv om saa var, vilde det være en temmelig vidtløftig Historie hver Gang at skulle trække vedkommende Vogn hen til Skiftet og derfra videre, ikke at tale om, at i mang-

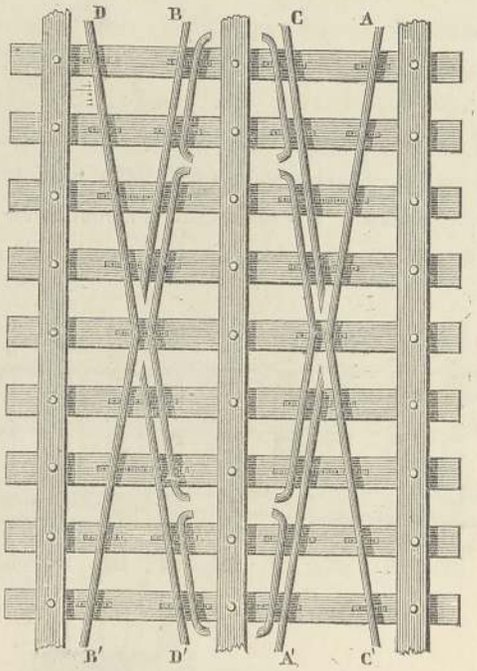


Fig. 147. Dobbeltkrydsning.

foldige Tilfælde Sporet mellem Skiftet og Vognenes Plads er optaget af andre Vogne. Man betjener sig derfor enten af Drejeskiver eller Skydebroer, to Slags Apparater, af hvilke det første er afbildet i Fig. 148 og 149.

Drejeskiven er en stor cirkulær Plade, anbragt i Niveau med Vejen paa et Sted, hvor to eller flere Spor krydse hverandre, og bevægelig omkring en lodret Axe gjennem dens Midtpunkt. Som Figurerne vise, er der anbragt Skinnestykker paa den saaledes, at de danne Forlængelser af Sporene, og nu er da Meningen den, at man ved Drejning skal kunne faa et hvilketsomhelst af disse løse Spor til at ligge i Forlængelsen af ethvert af de faste.

Figur 148 viser den almindeligste Drejeskive, paa hvilken Sporene danne en Vinkel paa 90 ° med hinanden, og ved deres indbyrdes Overskjæring frembringe et Kvadrat; i Figur 149 derimod er Vinklen 60 °, og den Figur, der fremkommer ved Overskjæringen, en regelmæssig Sexkant. Den første benyttes, hvor to i Forlængelsen af det Spor, Vognen skal føres ind paa, og nu skydes Vognen simpelthen ind paa det nye Spor. Er det Meningen at bringe Vognen over paa et med det oprindelige parallelt Spor, da maa man (se Fig. 149) selvfølgelig have endnu en Drejeskive, der besørger den anden Drejning. Endelig er det klart, at

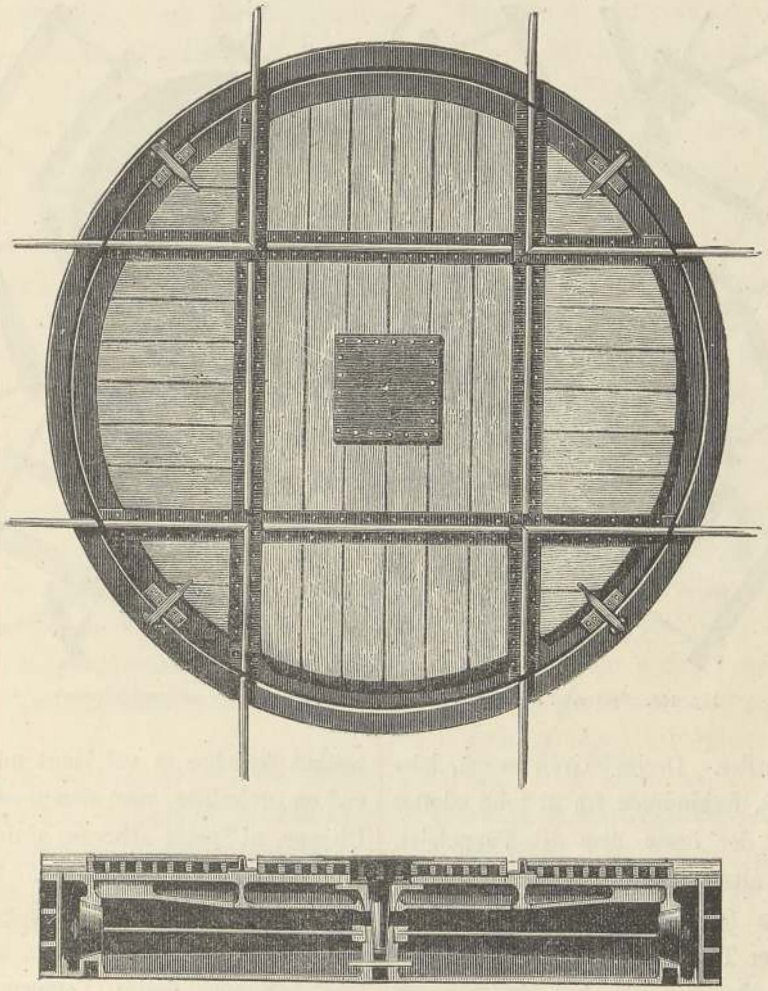


Fig. 148. Almindelig Drejeskive.

Veje skjære hinanden under rette Vinkler, den anden; hvor tre Veje løbe sammen under Vinkler paa 60 °.

Det indses nu let, hvorledes man ved Hjælp af saadanne Skiver kan faa en Vogn flyttet over fra et Spor til et andet. Man skyder den ud midt paa Skiven, drejer denne rundt, saalænge indtil dens Skinnestykker falde Drejeskiverne afgive et bekvemt Middel til at faa Lokomotiverne og Vognene vendte; man drejer da blot Skiven en halv Gang rundt.

Drejeskivens Mekanisme kan sees nederst Fig. 148. Der er gravet en cirkulær Grube i Jorden, saa dyb, at Lejet for den Tap, hvorom Skiven drejer sig, kan komme tilstrækkelig langt ned til at Skivens Flade ligger i Niveau

med Vejen. Selve Skiven er af Træ, styrket af Jerndragere, der udgaa fra Tappen. Langs Underfladens Omkreds er anbragt en Ring, som er skaaret skraat til udefter, og lige under denne ligger paa Grubens Bund en lignende; imellem disse to Ringe ligger igjen en Række konisk tilskaarne Ruller, hvorpaa Skivens Omkreds altsaa hviler. Drejes Skiven nu om, løbe Rullerne rundt, forhindrede fra at løbe udefter ved Stænger, der fæste dem til Tappelejet. Gnidningen er altsaa ikke meget stor, i Tappelejet yderligere formindsket ved en Smørekop, der altid holder Tappen vel smurt. Hele Apparatet med Lokomotiv paa kan drejes rundt af et Par Mand, der frembringe Omdrejningen, enten ved at skyde paa Lokomotivet eller ved at dreje paa et Haandsving, som ved Tandhjul staar i Indgreb med en Række Tænder langs Omkredsen. I Fig. 148 sees i de fire Hjørner fire Klinker, som ved at slaaes ned holde Skiven i den Stilling, den nu har. Skivens Diameter varierer fra 16 til 30 Fod.

Det andet Apparat til at flytte en Vogn fra et Spor over paa et andet, Skydebroen, er et bevægeligt Gulv, som bærer et Stykke af Sporet af saa stor Længde, at Vognen kan faa Plads derpaa. Det hviler paa Hjul, og kan bevæges hen ad en i en Grube i Jorden paa tværs af Sporet anbragt Bane, saa at det altsaa kan skydes fra det ene Spor til det andet. En saadan Skydebro er vel langt mindre bekostelig end en Drejeskive, men den medfører den store Ulempe, at Sporet afbrydes af den aabne Grube, som skjærer tvers over Banen. Man har derfor konstrueret Skydebroer, der ligger noget højere end det egentlige Jernbanespor, saa at de kunne løbe hen over dette; Vognene bringes da op paa dem ved Hjælp af et kort Skraaplan eller ved en hydraulisk Pumpe.

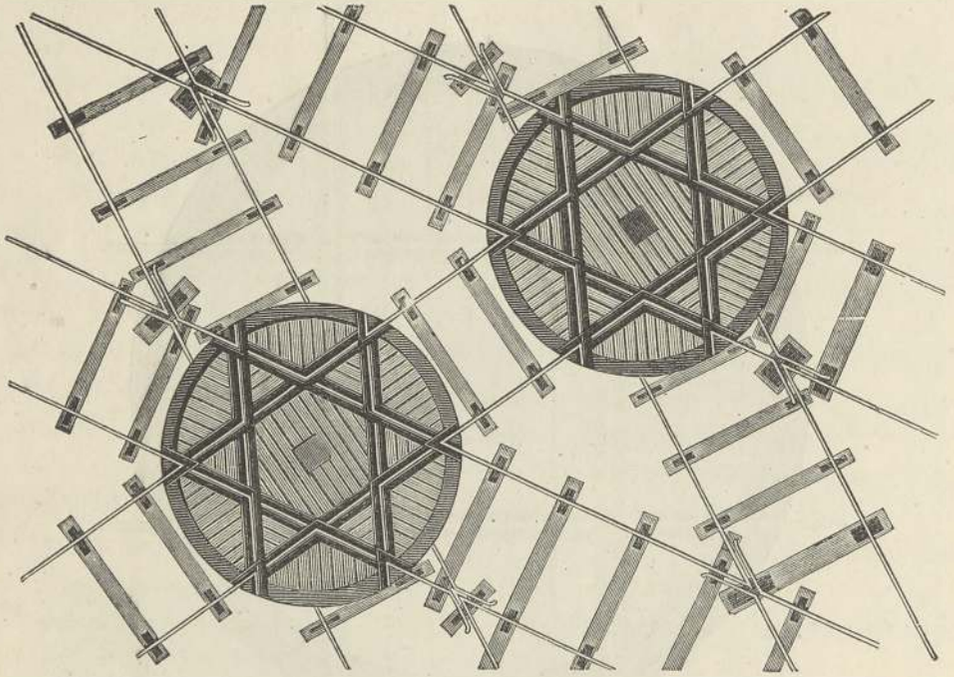


Fig. 149. System af hexagonale Drejeskiver til parallele Spor og Sporkrydsninger.

Til Biindretningerne ved Sporene høre endnu de saakaldte Sænkgruber, det er Gruber, som anlægges i eller foran Lokomotivbygningerne, i Værkstederne, Remiserne og ved Vandstationerne, forat man kan komme til at efterse og reparere Vognene nedenfra. Saadanne Gruber beklædes med Murværk og for-

synes ved hver Ende med Trapper; langs Sidemurene er lagt Længdebjælker, hvorpaa Skinnerne ere fæstede. Bunden i disse og alle de andre Gruber har Fald, forat Vandet kan løbe bort gjennem Afledningskanalerne.

Vi slutte nu dette Kapitel med nogle Ord om Signalerne, saaledes som de bruges paa vore Baner, særlig Statsbanerne.

De simpleste Signaler ere Haandsignalerne, der om Dagen blot vises ved Armen, om Natten ved en Lygte.

Den ene Arm horizontalt udstrakt eller om Natten eller i taaget Vejr et hvidt Lys, betyder „Fri Bane.“

En grøn Fane eller Armen hævet lodret betyder „Forsigtig! Kjør langsomt;“ om Natten vises det samme ved et grønt Lys.

En rød Fane eller begge Armene i Vejret, eller en hvilkensomhelst Gjenstand, der voldsomt bevæges frem og tilbage, betyder „Fare! Stands øjeblikkeligt;“ om Natten et rødt Lys eller ethvert Lys, der voldsomt bevæges frem og tilbage.

Signalet for Tog, som udenfor Reglen skulle standse ved en Mellemstation for Trafikens Skyld, vises ved „Forsigtig“ fra den faste Signalpæl og et Forsigtighedssignal med Haandsignalet.

De faste Signalapparater ere Pæle, ved hvis øverste Ende et bevægeligt Bræt eller Arm kan eftergjøre Armens Bevægelse op og ned. De opstilles ved hver Mellemstation og ved det yderste Sporskifte paa hver Foreningsog Endestation.

Fra hvilken som helst Side et Tog nærmer sig, maa Stationsforvalteren eller Signalmanden i Tide vise Lokomotivføreren paa det kommende Tog Signalapparatets Arm til venstre (for Lokomotivføreren); det er den, der gjælder ham, den han i hvert Tilfælde har at rette sig efter. Er den højre Arm oppe, da gjælder den Føreren paa det Tog, der kommer fra den modsatte Side.

Er der intet Signal oppe paa Ende- og Foreningsstationerne, da gjælder det det samme som „Fare“, og Føreren maa standse sit Tog, saa længe til Signal gives eller Underretning er modtaget; er det paa en Mellemstation, maa Føreren vel gaa frem, men dog med største Forsigtighed, indtil han har forvisset sig om, at Banen er fri.

Signalet „Fare! Stands øjeblikkeligt!“ vises om Dagen ved Signalpostens Arm i vandret Stilling; om Natten eller i Taage ved rødt Lys. Dette Signal maa vises paa enhver Station til enhver Tid, undtagen naar Tog nærmer sig, da Armen, naar ingen Fare skjønnes at være tilstede, betyder „Forsigtig“.

Signalet „Forsigtig! Kjør langsomt!“ vises om Dagen ved Armen sænket halvvejs mellem den vandrette og den helt nedhængende Stilling, og om Natten ved et grønt Lys.

Imedens alle disse Signaler gjælde Toget, kan dette omvendt ogsaa give Banepersonalet Signaler, idet det kjører forbi. De vigtigste Bestemmelser derom ere følgende.

Intet Tog maa mellem Solnedgang og Opgang eller i taaget Vejr bevæge sig paa Banen uden at være forsynet med et hvidt og et rødt Lys paa Fronten af Lokomotivet og et rødt Lys paa den sidste Vogn. Et Lokomotiv, som gaar uden Tog, skal foruden de to Lys forpaa have et rødt Lys bagpaa.

En hvid Tavle eller et hvidt Flag om Dagen, eller et hvidt Lys om Natten befæstet bag paa et Lokomotiv, en Tender eller den sidste Vogn i Toget, angiver „Extratog følger i samme Retning! Skal Extratoget komme i modsat Retning, vises hvid Tavle med sort Plet eller om Natten to hvide Lys.

Et grønt Lys eller Flag paa sidste Vogn betyder „Extratog imorgen tidlig før første ordinære Tog.“

NIENDE KAPITEL.

ULYKKESTILFÆLDE PAA JERNBANERNE. — DE FORNEMSTE AARSAGER TIL DEM. — ALARMKLOKKE. — STATISTISKE OPLYSNINGER.

Skjøndt ganske uden Begrundelse i Sagens eget Væsen er det dog en Kjendsgjerning, at ikke faa endnu nære Frygt for at kjøre med Jernbanerne, ikke just fordi de ere mere ængstelige ligeoverfor den Fare, Brugen af en Dampkjedel altid kan medføre, naar Kjedlen sidder paa et Lokomotiv, end naar det f. Ex. er en Dampskibskjedel, men snarere fordi den store Hurtighed, Tanken om Sammenstød, og Fortællingerne om Ulykker, foraarsagede ved at Togene løb af Sporene o. s. v., indgiver dem en Ængstelse, som de ikke formaa at overvinde. Og det skal heller ikke negtes, at naar man staar ved en Overkjørsel, og Toget kommer farende, saa er der ved Synet af denne pustende og stønnende Maskine, hvis brede Bringe synes at skulle styrte sig lige imod en, noget som gjør, at man uvilkaarlig trækker sig et Skridt tilbage og idetmindste opsætter Beundringen over det storartede i Phænomenet, til den er vel forbi. Om nu et saadant Indtryk holdt sig og toges med, ogsaa naar Vedkommende satte sig ind i Vognen, det kunde man vel forstaa, og man kan maaske ikke selv frigjøre sig derfor, men dog er det som sagt aldeles ubegrundet i Sagens eget Væsen, — ja Jernbanerne ere endog, naar alt kommer til alt, de Befordringsmidler, der erfaringsmæssigt af alle ere de mindst farlige. Dette lyder maaske for mange som noget utroligt, som noget, de endog særdeles mange Ulykkestilfælde, der gjennem Aviserne bringes til Publikums Kundskab, synes aldeles at stride imod; men, hvis man vil overveje Sagen alvorligt, vil man snart se, at det er mere end en Paradox, at det er den bogstaveligste Sandhed, at der er større Change for at komme til Skade ved Kjørsel paa en almindelig Vogn, end paa en Jernbane. Lad os da noget nærmere undersøge Spørgsmaalet, og lad os navnlig gjøre os klart, hvad det er, som kan ske, og hvorfra det kan hidrøre.

Naar man ser bort fra alle de Ulykker, der skyldes Ondskab, kan man henføre alle de andre til en af fire Kategorier, nemlig:

1, de, som skyldes Lokomotivet;
2, de, som opstaa ved at Banereglementet ikke overholdes;
3, de, som hidrøre fra Mangler ved Sporet og Materielet, og endelig
4, de, som have Uagtsomhed og Ligegyldighed hos Publikum eller hos Banepersonalet til Grund.

De første af disse ere meget sjeldne og kunne af den Grund ikke forringe Rejsens Sikkerhed, at det er en Erfaringssag, at Lokomotivkjedlerne kun explodere, naar de ere i Hvile. Lokomotivexplosionerne indtræffe tilmed kun yderst sjeldent, og deres Følger ere paa Grund af Kjedlernes Indretning i Reglen overmaade lidt farlige.

En Lokomotivkjedel er jo nemlig, som man vil erindre, for en stor Del dannet af et meget stort Antal snevre Rør, igjennem hvilke Røgen og den varme Luft fra Ildstedet strømmer ud i Skorstenen. Disse Rørs Vægge ere meget tykke, følgelig ere Rørene selv meget stærke, og et Brud paa dem er derfor saa godt som umuligt. Skulde der nu ikke desto mindre virkelig ske et Brud paa et Par Stykker, — thi paa ret mange paa en Gang, det vil man dog vel indrømme, kan ikke let ske — saa foregaar der derfor dog ikke nogen Kjedelexplosion; Følgen bliver kun, at Damptrykket presser Vandet ud i Rørgangen, at dette derefter løber ned i Ildstedet og slukker Ilden, og videre gaar Skaden saa ikke.

Den Maade, hvorpaa Trækken foregaar i Lokomotivskorstenen bidrager desuden væsentligt til at forhindre Explosionerne under Farten. Forholdet er jo nemlig det, at det er selve den til Bevægelsen forbrugte Damp, der suger

frisk Luft til Ilden, og det saaledes, at jo mere Damp, der forbruges, jo mere livlig bliver Trækken. Men da det altsaa netop er saadan afpasset, at der kun avles megen Damp, naar megen Damp forbruges, saa vil man indse, at Faren for en Kjedelexplosion under Farten er overmaade ringe.

Den anden Omstændighed, den at Tjenestereglementet ikke nøjagtig overholdes, kan derimod give Anledning til de alvorligste Ulykkestilfælde, navnlig de i deres Følger ofte saa forfærdelige Sammenstød. Saadanne kunne finde Sted mellem Tog, der løbe imod hinanden, eller mellem to, der løbe i samme Retning, naar det bageste har størst Hastighed, eller endelig naturligvis mellem et Tog og Gjenstande, der forhindre Passagen, hvad enten de nu hensættes paa Sporet i forbryderisk Hensigt, eller det er en Vogn, der holder stille ved en Overkjørsel eller lignende.

Løbe Togene imod hinanden er Sammenstødet naturligvis værst, men det er klart, at jo nøjagtigere Reglementet overholdes, jo større Paapassenhed, der vises, og jo mere udstrakt Brug der gjøres af Signalerne og først og fremmest af Telegraphen, desto større Sikkerhed er der for, at de ikke ville indtræffe. Den yderste Grad af Agtpaagivenhed og den strengeste Efterlevelse af Reglementsbestemmelserne ere altsaa en uafviselig Pligt for Banepersonalet.

Det samme gjælder ogsaa ligeoverfor de Ulykker, der skyldes Mangler eller vel endog Fejl ved Banematerielet, daarlig Konstruktion af Sporet o. s. v.; kun den største Omhu fra Ingeniørernes, Forvalternes, kort fra alle deres Side, under hvem de Ting sortere, kan her forebygge Ulykkerne.

Alle de omhandlede Tilfælde ere nu i Virkeligheden meget sjeldne; der er fra Banebestyrelsernes Side en saa stærk Kontrol, og der vises fra Personalets Side gjennemgaaende en saa stor Forsigtighed, at ialfald paa de bedre Baner den Slags Ulykker saa godt som aldrig forekomme. Meget hyppigere ere derimod de, som skyldes Publikums egen Uforsigtighed, Uvidenhed eller Ligegyldighed; men man kan da ikke med Rette lægge Jernbanevæsenet dem til Last. Der kunde tages præventive Forholdsregler, vil man maaske sige; men hvilke Forholdsregler skulde kunne forhindre, at f. Ex. kaade Personer løbe over Sporet, naar Toget nærmer sig, eller at Folk lægge sig til at sove paa Sporet, at de, medens Toget er i Fart, springe ud eller klattre fra den ene Waggon over paa den anden, eller at de lade tunge Gjenstande falde ned paa Vejen, som ovre ved Hobro for nylig, da en Mand havde kastet et Anker og et Par Jernstænger ud, fordi han ikke gad have den Ulejlighed at føre dem med sig og passe paa dem, indtil han om Aftenen skulde tilbage igjen til en af Mellemstationerne. Der skete heldigvis intet Uheld, men hvor let kan ikke en lignende Opførsel ellers foraarsage saadant. Eller hvorledes skulde man vel afholde en uforsigtig Konduktør fra at rejse sig i sit Ruf ovenpaa Vognen, just i det Øjeblik, Toget kjører ind under en lav Bro; eller forhindre Folk i at jage Hovederne ud af Vinduerne, eller udstrække Armene, eller kort og godt gjøre alt muligt, som de ikke maa og skal, naar de selv ville det. Man har slaaet Advarsler op i hver Vogn, men enhver ved, hvor meget de hjælpe; de læses vel neppe engang. Her er intet at gjøre, enhver faar handle, som han vil, og saa selv tage Følgerne; men de kunne da aldrig komme Jernbanevæsenet til Last.

Anderledes er det naturligvis, naar Betjeningsmandskabet er ligegyldigt og uefterretteligt; det kan straffes, og det fortjener den strengeste Straf. At man ikke maa henlægge Værktøj eller andet saadant paa Sporet, eller lade en Vogn staa paa et urigtigt Sted, eller glemme at slaa Tungen om ved Sporskifterne eller lignende, det er en Fordring, Publikum med Rette kan stille til

dem, der ved en saadan Uefterrettelighed sætte saa manges Liv og Velfærd paa Spil, men det er da ogsaa Ting, der ved skarp Kontrol og Valg af ædruelige og paalidelige Folk om ikke just kunne helt undgaaes, saa dog i det mindste meget forebygges.

Man har i Retning af saadan Ligegyldighed Exempler paa det næsten utrolige. Hvad synes man f. Ex. om det, at en Svingbro ved Uagtsomhed fra Signalmandens Side kan forblive staaende aaben? Det indtraf i 1818 i Belgien. Kongen var taget med Extratog til Ostende, og Rejsen var løbet heldig af. Da Toget nu skulde hjem igjen om Natten, undlader man at signalisere det til Brovægteren; Broen bliver altsaa staaende aaben, og Følgen var, at Lokomotivet styrtede i Vandet. To andre Vogne gik med i Løbet, og i det hele dræbtes to Personer og en blev stærkt kvæstet. —

Der er endnu et Punkt, som har været meget omdebatteret; det er det, at de rejsende aldeles ikke have nogetsomhelst Middel til enten selv at give Stoppesignal eller dog i det mindste hurtigt og let at kunne hidkalde en af Togpersonalet, naar et eller andet, som kunde give berettiget Grund dertil, passerer. Det er dog, naar alt kommer til alt, virkelig ikke noget ubilligt Forlangende, at man ikke vil sidde indespærret paa en lang Tur uden et eneste Middel til at hidkalde Hjælp, hvis man bliver syg, eller Forsvarere, hvis man bliver overfaldet, og dog maa man baade paa vore og paa de allerfleste af Udlandets Baner give sig Tilfældet og sine Medrejsende i Vold. Man vil maaske sige, at der gjøres saa ofte Ophold, at intet alvorligt kan passere i Mellemtiden; aa jo, det er dog vel endnu ikke glemt, at Bright blev myrdet lige ved London, og at Morderen sprang ud og tog Flugten, eller at Poinsot blev slaaet ihjel mellem Paris og Mulhouse. Her er Exempler, der bevise, at det kan ske; men ikke desto mindre er man endnu lige nær i den Henseende, i det mindste paa de aller fleste Baner. Der blev i 1866 gjort et Skridt til Forbedring i den Retning paa den franske Nordbane og paa Banen Cette-Bordeaux, idet der blev indrettet et Alarmapparat i hver Vogn, og senere er der paa adskillige tydske Banestrækninger paa forskjellig Maade experimenteret med den Slags Ting, men der er ikke kommen noget ud deraf. Dels er man endnu ikke kommen paa det rene med hvilken Methode, der er den hensigtsmæssigste, dels har Direktionerne udaf hvad der foreligger ment at kunne paastaa, at der ialfald paa Forsøgsstrækningerne ingen Trang var tilstede til sligt; men Resultatet er for Publikum det samme. Nu kan man naturligvis meget vel forstaa, at enhver Banebestyrelse absolut maa trykke sig ved at gaa ind paa Fordringer om Frihed for Publikum til naarsomhelst og hvorsomhelst at give Stoppesignal. Det er en Indrømmelse, man ikke let kan gjøre, thi den vilde blive misbrugt i en Mangfoldighed af Tilfælde, der vilde frembringe en Uregelmæssighed i Togenes Gang, som ganske vist vilde have langt anderledes beklagelige Følger, end de dog i ethvert Tilfælde undtagelsesvis forekommende Omstændigheder, hvor en Standsning virkelig var fornøden. Derimod kunne vi ikke se andet, end at en Alarmklokke maatte være hensigtsmæssig; blev den en Gang imellem misbrugt, naa Herregud, saa var da Ulykken ikke saa stor.*)

En saadan Alarmklokke er slet ikke andet end et elektrisk Ringeapparat, sat i Gang ved et Tryk paa en Knap paa Væggen; selve Klokken

*) Det fortjener her at anføres, at man først i Preussen, derefter paa vore sjællandske Baner har oprettet Jernbaneapotheker, det vil sige har forsynet Stationerne med Kasser, hvori findes Amputationsbestik, Forbindingsapparater, Kloroform, Opiumsdraaber og Hoffmannsdraaber. Disse Kasser, af hvilke der gives to Slags, store og smaa, staa under Stationsforvalterens Opsigt. De store forefindes paa de Stationer, ved hvilke der findes Reservelokomotiv til Hjælp ved forekommende Ulykkestilfælde, nemlig Stationerne Kjøbenhavn, Helsingør, Roskilde, Korsør og Masnedsund. De smaa, som med Undtagelse af Amputationsbestiket have samme Indhold som de store, findes paa Stationerne Ringsted, Sorø, Slagelse, Hillerød, Kjøge og Nestved. Desuden er der anskaffet en Ambulancebaare ved hver af disse Stationer.

staar hos Konduktøren, som altsaa strax underrettes om, at der er noget i Vejen. Men ikke nok dermed, samtidig med at der ringes løser en Elektromagnet en Hage ud af Indgreb med sin Tap; en Plade, som har været holdt fast af denne Hage, falder nu fra og lægger sig ud paa Siden af Vognen, ligesom et fremspringende Skilt. Konduktøren kan altsaa ved at kaste et Blik henad Vognrækken øjeblikkelig se, fra hvilken Vogn der kaldes og strax ile til Assistance. Skulde han saa finde Anledning til at standse, kan han give Lokomotivføreren Stoppesignal, hvilket hos os sker ved gjentagende at fastskrue og atter løsne Bremsen, paa de tydske Baner ved et Ryk i en Line, som er udspændt over hele Toget og sætter hver enkelt Konduktør i Korrespondance med Føreren.

Der blev ovenfor udtalt, at Jernbanerne erfaringsmæssigt vare de mindst farlige af alle Befordringsmidler. Det er omhyggelige statistiske Optegnelser, der bevise dette. — Vi begynde med for vort eget Lands Vedkommende at give følgende herhen hørende Oplysninger, som velvilligt ere os meddelte. De gaa vel kun i Retning af hvad der er passeret paa Jernbanerne, saa at de kun levere Materiale til Bedømmelse af den ene Side af Sagen; men statistiske Oplysninger om Ulykkestilfælde, der hidrøre fra andre Befordringsmidler, foreligge aldeles ikke hos os, saa det fuldstændige Bevis kunne vi ikke levere. De anførte Tal ere imidlertid saa talende, at der neppe vil findes nogen, som ligeoverfor dem vil drage vor Paastand i Tvivl.

Endskjøndt det for denne Sags Skyld vel ikke var nødvendigt her at opføre det hvert Aar befordrede Antal Rejsende og Banernes Milelængde, give vi dog disse Tal med; de have i alle Tilfælde Interesse som Midler til at følge Udviklingen.

Tabel over Antal af Rejsende, tilskadekomne og dræbte for hvert Aar, de danske Baner have været under Drift.

A. Sjællandske Jernbaner.

Drifts-aar.	Banernes Milelængde.	Antal af befordrede Personer.	Tilskadekomne.			Dræbte.		
			Rejsende.	Banebetjente.	Uved-kommende.	Rejsende.	Banebetjente.	Uved-kommende
1847	4,21	183,654	»	»	»	»	»	»
1848	4,21	273,322	»	»	»	»	»	»
1849	4,21	247,622	»	»	»	»	»	»
1850	4,21	226,740	»	»	»	»	»	»
1851	4,21	250,516	»	»	»	»	»	»
1852	4,21	235,868	»	»	»	»	»	»
1853	4,21	216,650	»	»	»	»	»	»
1854	4,21	255,356	»	»	»	»	»	»
1855	4,21	265,756	»	»	»	»	»	»
1856	14,71	382,916	»	»	»	»	»	»
1857	14,71	424,438	»	4	1	»	»	»
1858	14,71	386,049	1	3	»	»	»	»
1859	14,71	355,786	»	»	»	»	»	»
1860	14,71	354,905	»	»	1	»	1	»
1861	14,71	387,329	»	»	»	»	»	»
1862	14,71	387,075	»	»	»	»	1	»
Transp.		4,833,982	1	7	2	»	2	»

Drifts-aar.	Banernes Milelængde.	Antal af befordrede Personer.	Tilskadekomne.			Dræbte.		
			Rejsende.	Banebetjente.	Uved-kommende.	Rejsende.	Banebetjente.	Uved-kommende
Transp.		4,833,982	1	7	2	»	2	»
1863	17,28	645,418	»	»	»	»	»	»
1864	23,44	1,163,392	»	»	»	»	»	2
1865	23,44	1,345,570	»	»	»	»	»	3
1866	23,44	1,470,619	»	3	1	»	1	4
1867	23,44	1,448,545	»	4	2	»	»	1
1868	23,44	1,565,646	»	1	1	»	1	1
1869	23,44	1,686,220	»	»	»	»	1	2
1870	35,42	1,766,641	»	2	2	»	4	1
1871	35,42	1,937,140	»	1	»	»	2	»
1872	35,42	2,288,868	»	2	»	»	1	3
Ialt		20,152,041	1	20	8	»	12	17

B. Jydsk-fyenske Jernbaner.

1862	7,82	61,123	For disse Aar, i hvilke Banerne endnu bleve drevne af Englænderne, haves der ingen Oplysninger.					
1863	13,13	131,637						
1864	17,38	60,406						
1865	32.24	286,485						
1866	40,01	468,499						
1867	40,01	659,754	»	»	»	»	1	»
1868	54,47	984,320	1	»	»	»	1	2
1869	65,34	1,222,438	»	2	»	1	2	»
1870	65,34	1,288,388	»	1	»	»	»	1
1871	80,19	1,584,803	»	»	1	»	1	3
Ialt		6,747,853	1	3	1	1	5	6

Til disse Tabeller maa knyttes følgende Bemærkninger. I Antallet af befordrede Personer er ikke medregnet de Rejser, der ere foretagne paa Abonnementskort; deres Antal kan heller ikke bestemt opgives, men det andrager dog for sjællandske Baner fra c. 100,000 Rejser i 1865, da saadanne Kort indførtes, til 200,000 à 212,000 i 1872.

De under Rubriken Uvedkommende opførte Tilfælde ere saaledes at forstaa, at det har været Folk, som af Kaadhed eller Dumhed have vovet sig ind paa Banen i det Øjeblik, Toget kom, eller som have lagt sig til at sove paa Banen el. lign. Der kan selvfølgelig, hvor det gjælder at bedømme den Sikkerhed, Jernbanerne yde de rejsende, ikke være Tale om at medtage dem. Lige saa lidt bør man i dette Spørgsmaal medregne de Ulykkestilfælde, der ere overgaaede Banens Funktionærer; der er opgivet os, at de for de jydsk-fyenske Baner alle skyldes Vedkommende selv, idet han enten har stillet sig for nær Sporet, sprunget op, naar Toget var i Fart el. lign. For de sjællandske Jernbaners Vedkommende have vi ingen Oplysning i den Henseende, men vil man gjenkalde i sin Hukommelse Omstændighederne ved de Tilfælde, man selv har hørt og læst om, da vil man ialfald for den aller største Del finde det samme, og i ethvert Tilfælde kommer dette da ikke de rejsende ved; Sikkerheden for Passagererne er lige stor.

Saa bliver da Resultatet det, at de sjæl-

landske Jernbaner paa de 20,152,041 Personer, som man kan holde Regnskab med, ikke har en eneste dræbt og ikke mere end en eneste tilskadekommen. Det var en Mand, som i 1858 blev kvæstet paa Ringsted Banegaard, fordi han jog Hovedet saa langt ud af Vognvinduet, at han stødte mod Vandkranen. De jydsk-fyenske Jernbaner have for de Aar, for hvilke der foreligge Oplysninger, paa 5,739,703 Rejsende 1 tilskadekommen og 1 dræbt, den sidste atter paa Grund af Uforsigtighed. Det var en Kvægvogter, som under Opholdet ved en af Stationerne havde drukket sig halvfuld inde i Ventesalen; da Klokken ringede til Afgang, kunde han endnu ikke rive sig løs, men skulde absolut vente til sidste Minut. Toget var da i Fart, da han kom ud; han forsøgte at springe op, men faldt og blev nu dræbt. For alle 25,891,744 Passagerer, som man kan holde Kontrol med, er der altsaa 1 dræbt og 2 tilskadekomne, eller

1 dræbt paa 25,891,744 Rejsende,

1 tilskadekommen paa 12,945,872 Rejsende, et Resultat, der saa uomtvisteligt taler til Gunst for Jernbanerne, at der aldeles ikke kan være Tale om at stille andre Befordringsmidler i Sammenligning med dem, et Resultat endelig, som — sammenlign de følgende Opgivelser — taler i høj Grad til Gunst for vore Jernbaner ligeoverfor Udlandets.

I Frankrig har man for de fjorten Aar 1840—53 opgivet Antallet af de ved Befordring til Vogns og til Hest dræbte og tilskadekomne til 10,324 Personer, ɔ: 1 paa hver 47,489 Rejsende. Man har ogsaa for et Tidsrum af 10 Aar optalt Ulykkestilfældene paa de Messageries impériales og Messageries générales de France tilhørende Vogne. De beløb sig for Tidsrummet 1846—1855 for de førstes Vedkommende til 11 dræbte og 124 tilskadekomne paa ialt 3,679,866 Passagerer; for Messageries générales stillede det sig saaledes: 9 dræbte og 114 tilskadekomne paa 3,429,410 Rejsende. Middelresultatet heraf er da altsaa for Mess. imp. 1 dræbt paa hver 324,593 Rejsende, 1 tilskadekommen paa hver 29,676, for Mess. gén. 1 dræbt paa hver 381,045 Rejsende, 1 tilskadekommen paa hver 30,082. Tages de begge under et, er det tilsammen 20 dræbte og 238 tilskadekomne paa 7,109,276 Rejsende, det vil sige

1 dræbt paa 355,453 Rejsende,

1 tilskadekommen paa 29,871 Rejsende,

og det er vel at mærke Forholdet paa de bedst betjente offenlige Kjøretøjer i Landet. Havde man tilstrækkelige Oplysninger til at kunne tage alle Befordringsmidler af ringere Grad med rundt omkring i Provindserne, saa er der ingen Tvivl om, at man vilde kunde have konstateret endnu langt flere Ulykker.

Sammenlignes nu hermed Forholdene, som de stille sig for Jernbanerne, saa faaes følgende Resultater. Fra 1835 til 1856 er der paa et Antal af 224,345,769 Passagerer blevne 111 dræbte og 402 mer eller mindre kvæstede, det vil sige

1 dræbt paa 2,021,133 Rejsende,

1 tilskadekommen paa 558,071 Rejsende,

eller det har vist sig, at der er 18 Gange større Sandsynlighed for at blive skamslaaet og 6 Gange større for at blive slaaet ihjel, naar man betror sig til de bedst betjente Diligencer i Frankrig, end naar man rejser paa en hvilkensomhelst fransk Jernbane, — og saa er dog herved endnu at bemærke, at der netop i de anførte Aaringer indtraf to meget betydelige Ulykkestilfælde, nemlig ved Versailles og Fampoux, hvor ialt 64 Personer dræbtes. Var Optællingen først begyndt efter dem, var altsaa Antallet af Ulykker kun hvad man maaske tør kalde normalt, saa vilde man finde Tallet reduceret til mindre end det halve, nemlig til neppe 1 paa hver sjette Million Rejsende.

Det er da altsaa en uomstødelig Kjendsgjerning, at i det mindste for Frankrigs Vedkommende, er Faren for Ulykke størst paa de almindelige Kjøretøjers Side.

Men Resultaterne fra andre Lande bekræfte i et og alt det anførte og hæve altsaa Sagen over enhver Tvivl. Man har for Preussens Vedkommende for et Tidsrum af fire Aar fundet 1 dræbt paa 21 Millioner Rejsende og 1 tilskadekommen paa over 3 Millioner. I Belgien er man efter Uddrag af 14 Aars Optegnelser kommen til Tallene 1 dræbt paa over halvniende Million og 1 tilskadekommen paa næsten 2 Millioner, og i England har man som Resultat af 25 Aars Iagttagelser fundet 1 dræbt paa godt 5 Millioner, 1 tilskadekommen paa 331,000.

Man ser altsaa, at Ulykkestilfældene ogsaa her ere ganske overordentlig sjældne eller, hvad der da er Resultatet af det hele, at Jernbanerne ere i høj Grad sikre at rejse med, langt anderledes sikre end alle andre Befordringsmidler. — Som en Oplysning, der forekommer os slaaende, hidsætte vi her en Bemærkning af Perdonnet i hans Bog om Jernbanevæsenet, nemlig at der hver Dag i Parises Gader omkomme 5 Personer som Følge af Uheld ved Kjørsel paa almindelige Vogne, hvilket vil sige netop saa mange, som i 10 Aar omkomme paa Østbanen.

Endnu anføre vi et Par for ikke længe siden fremkomne Bemærkninger. Det er Friherre v. Weber, der i en lille Bog om Jernbaneoverbygningernes Stabilitet har fremsat den Paastand, at vore Overbygninger, selv naar de ere i normal Tilstand, ikke længere yde tilstrækkelig Sikkerhed lige over for de Krav, der nutildags stilles til Driften med dens tunge Maskiner og Kurer- og Iltogenes rasende Hurtighed, samt at der kun behøves et Sammentræf af forskjellige, i sig selv meget lidet betydende Omstændigheder, for at fremkalde Ulykkestilfælde. Den berlinske Arkitektforenings Organ Deutsche Bauzeitung henleder i Anledning af det voxende Antal Ulykkestilfælde paa de tydske Baner Vedkommendes Opmærksomhed paa v. Webers Bog, anbefaler dem at gjøre sig bekjendte med og vel overveje hans Forslag, der i Hovedtrækkene gaa ud paa udelukkende Benyttelse af Egetræssveller, ialfald paa Hovedsporene, fyldigere Underlag af grovt Sand o. s. v. kort sagt større Soliditet i enhver Henseende — men indrømmer rigtignok tillige, at saadanne Radikalforbedringer ikke kunne gjennemføres med et Slag, hvad dog naturligvis ikke udelukker, at der ivrigere end hidtil bør stræbes hen derimod. Senere har Weber i Gartenlaube givet en interessant Sammenstilling af de statistiske Opgjørelser for England, Preussen og Østerrig for 1869. Han har fundet: 1, at der i 1869 var i Drift i England 3271, i Preussen 1349, i Østerrig 1040 danske Mil Jernbane, 2, at der paa disse Baner kjørte: i England 312, i Preussen 62, i Østerrig 18 Mill. Personer, 3, at der dels dræbtes dels kom til Skade i England 1525, i Preussen 782, i Østerrig 412 Personer, 4, at der følgelig paa hver Million befordrede Passagerer kom til Skade i England 5, i Preussen 12, i Østerrig circa 23 Personer, og endelig 5, at hvis man alene tager Hensyn til Passagererne, saa bleve i Preussen 4 dræbte, 17 saarede, i Østerrig 3 dræbte, 17 saarede, i England 39 dræbte, 1043 saarede, det vil sige 1 Passager kom til Skade i Preussen paa hver 3 Mill., 1 i Østerrig paa hver 0,9 Mill. og 1 i England paa hver 0,3 Mill., saa at Sikkerheden for Passagererne i Preussen var 10 Gange større end i England og 2,7 Gange større end i Østerrig. En Hovedgrund til det relativt større Totaltab paa de tydske og østerrigske Baner finder v. Weber i Driftsmethoden og fremfor alt i Stationernes unaturlige Størrelse, der fuldstændig umuliggjør Oversigt og klar Disposition.

TIENDE KAPITEL.

ALMINDELIGE BEMÆRKNINGER. — NYE SYSTEMER. JOUFFROY. — CENTRALSYSTEMET. — SÉGUIER. — FELL. BANEN OVER MONT CENIS. — RIGIBANEN. — WETLIS SYSTEM. — ARNOUXS UNDERVOGN.

Vi have nu givet en Udsigt over Jernbanevæsenets Historie; vi have vist, hvorledes Sagen er kommen op, hvorledes den har udviklet sig, og — idetmindste saa vidt det uden en altfor vidtløftig Redegjørelse af tekniske Details lod sig gjøre, — givet en Skildring af det Standpunkt, man nu staar paa. Tilbage staar at omtale en Del Systemer, som den nyere Tid har affødt, og med hvilke Hensigten har været enten helt at afløse det almindeligt brugte eller dog at træde i Stedet under saadanne Forhold, hvor dette havde særegne Vanskeligheder at kjæmpe med. Idet vi da gaa over til at udtale os herom, bemærke vi paa Forhaand, at man ikke maa vente omtalt noget System, der ikke paa en eller anden Maade har med Dampkraft at gjøre, altsaa hverken det, der er baseret paa sammenpresset Luft eller paa Luftfortynding eller Vandtryk eller hvad andet, man har bragt i Forslag; hvor interessante de end i og for sig monne være, ere de os her uvedkommende.

At man overhovedet har villet finde paa noget nyt, det hidrører ikke alene fra den Trang, der altid er tilstede til at drage nye Kræfter eller nye Anvendelser af Kræfter med ind i de tekniske Spørgsmaal som sideordnede det gamle, det har ogsaa den Grund, at det gamle, skjøndt endnu det bedste, dog paa ingen Maade er saa fortrinligt, at det ikke skulde have Fejl og Mangler, ja endog iøjnefaldende Mangler. Vi skulle forklare os nærmere.

Jernbanevæsenet hviler paa to Forudsætninger: 1, en ejendommelig indrettet Vej, hvis Hovedegenskab er den meget ringe Gnidningsmodstand, den frembyder mod Bevægelsen; 2, en særegen Maskine, indrettet til Befordring paa denne Vej; med andre Ord paa Sporet og paa Lokomotivet.

Af disse to Ting er Sporet af mere almindelig Betydning end Lokomotivet, for saa vidt som det Princip, der ligger til Grund for det, ikke blot er anvendeligt, men meget værdifuldt, ja vel endog uundværligt ogsaa under saadanne Forhold, hvor der slet ikke er Tale om Benyttelse af Lokomotiv. Sporet er det generelle; det er for paa en bestemt Maade at drage Nytte af de Fordele, det frembyder, at Lokomotivet er blevet til, men ingenlunde omvendt; Sporet er altsaa ganske vist det værdifuldeste ved Sagen. Men er end Lokomotivet blevet til for Sporets Skyld, saa er Forholdet dog ingenlunde saaledes, at det er Sporet, der har kunnet stille Fordringer, som Lokomotivet har opfyldt; tvertimod, Sporet har maattet vride og bøje sig for de Tryk, Lokomotivet har udøvet paa det, det har maattet slaa af paa sin generelle Betydning for at indordne sig Bestemmelser, som, hvis de ikke opfyldes, umuliggjøre hele Driften. Og deri ligger den ene af Ulemperne ved Lokomotiverne; den anden ligger i deres egen Bygning. Lad os først betragte den sidste.

Vi have i foregaaende Kapitel paavist, at Faren for Sprængninger af Lokomotivkjedlerne er overmaade ringe, men den er der dog naturligvis, og hvormeget man end passer paa, og hvilke Forbedringer man end indfører i Konstruktionen, saa kommer man dog aldrig videre end til at holde den indenfor visse Grændser. Det er et; men dernæst er der det, at Lokomotivet, trods Sporkrandsene paa dets Hjul, dog ingenlunde er saa fastgroet til Skinnerne, at det ikke endog med temmelig stor Lethed kan løbe af Sporet. Det kan ske, og det sker, og selv om det endog kun i faa Tilfælde giver Anledning til Ulykker, saa standser det let Driften, og fordrer i ethvert Tilfælde stor Anstrængelse, forend det bringes ind paa Sporet igjen. At se sig om efter Midler til at forhindre at Lokomotivet løb af Skinnerne, var da derfor nok værdt. Mangel paa Sikkerhed er

her altsaa, om end ringere end ved alle andre Kjøretøjer.

Men nu den anden Ulempe, den, at Sporet maa lempes efter Lokomotivet; det er den, der sluger Hovedmassen af Kapitalerne, den, som gjør, at man ofte tvinges til at lægge Banen anderledes, end det aldeles bestemt var ønskeligt. Efter hvad man ved fra Mekaniken, er det umuligt med Lokomotiver at befare Spor, hvis Heldning gaar ud over en vis Grændse, og det er altid forbundet med Krafttab at løbe hen over en Heldning; endvidere vilde det, efter hvad man i det foregaaende har set fremsat, af Hensyn til at Hjulaxlerne altid holdes parallele, i Virkeligheden ogsaa være nødvendigt, at Sporet var lagt ud i en ret Linie, naar man ikke vilde tabe nogetsomhelst i Kraft. Begge Dele finder man sig imidlertid i; man gjør virkelig saamegen Vold paa de Principer, som ligge til Grund baade for Vognens Fremadskriden og Ligevægt, at man gaar ind paa Heldninger og Krumninger, men til Gjengjæld ere disse Heldninger saa ikke meget stejle, og Krumningerne ikke meget skarpe.

Denne dobbelte Fordring, at Banen saa vidt muligt skal være baade horizontal og retliniet, er det da som sagt, der volder de største Bekostninger ved Anlæget. Det er den, der nøder Ingeniøren til at fylde op, hvor der er for lavt, og til at skjære ud, hvor Jordsmonnet hæver sig, til at opføre Viadukter og til at gjennembore Bjerge, ja til endog at gaa udenom Punkter, som det var værd at anløbe og omvendt. Man erindre blot Forholdene ved vore egne Banelinier, saa vil man se det; hvor ligger dog ikke Banegaardene ubekvemt for en Mængde af vore Byer, Hobro, Ringsted, Slagelse o. fl., og hvor har det ikke kostet uhyre Summer at fylde op og skjære ud. Men hertil kommer endnu en anden Omstændighed; Lokomotivets og Tenderens enorme Vægt nøder til baade at bruge meget svære Skinner og til at opføre meget solide Funderinger, atter Ting, som kræve uhyre Anlægskapital, ikke at tale om, at ogsaa det sluger en Mængde Kraft, der for Befordringen af Toget er uden Nytte. Som Forholdene nemlig ere, gaar der paa en horizontal Bane omtrent en Fjerdedel af den bevægende Kraft til for blot at trække Lokomotivet og Tenderen fremad; gjælder det en Heldning, saa kan denne Kraft, der som sagt er aldeles tabt for det øvrige Train, let løbe op til det halve.

Man vil altsaa se, at skjøndt Jernbanevæsenet, saaledes som det hidtil har udviklet sig, er det bedste af de Befordringsmidler, vi have, saa klæber der dog endnu saa øjensynlige Mangler ved det, at det ikke er at undres over, at grumme mange baade Praktikere og Theoretikere have anvendt Tid og Møje paa at udspekulere nye Methoder til at gjøre det hele System mere sikkert og mindre bekosteligt, kort sagt istand til at yde Samfundet endnu langt større Tjenester, end det alt har ydet. Man ved, at dette endnu ikke er lykkedes, for saa vidt som der jo ikke endnu er udtænkt noget, der i fuld Almindelighed har kunnet sættes i Stedet for det bestaaende; men i ganske særegne Tilfælde er det lykkedes at raade Bod paa en enkelt af Manglerne. Vil man imidlertid blot erindre, at den hele Sag endnu ikke engang er et halvt Aarhundrede gammel, saa staar det da vel fast, at vi endnu kun ere ved Begyndelsen, og har man ikke naaet meget, saa tør man dog vel ialfald ikke betvivle, at mere vil komme.

Dette som Indledning; vi gaa nu over til at omtale de nye Systemer, der mest udmærke sig ved Originalitet.

Fra Dampsejladsens Historie vil man sikkert erindre Marquis Claude de Jouffroy-d'Abbans der med saa stor Ihærdighed forsøgte at løse Problemet. Hans Søn, Marquis Achille de Jouffroy, der i sit tre og tyvende Aar allerede var Overdriftsbestyrer ved Arsenalet i Venedig, forsøgte sig paa en Løsning af dette Spørgsmaal. Hans Opgave var at konstruere en Ma-

skine, der med stor Lethed forbandt tilstrækkelig Vedhængning ved Skinnerne og var istand til at løbe hen over Krumninger med smaa Radier. I den Hensigt lagde han Maskine og Kjedel hver paa sin Vogn; Maskinen gav han kun et Drivhjul, et meget stort Jernhjul, forsynet med Hjulkrands af Træ, og indsat midt under Maskinen. En riflet Skinne skulde anbringes midt paa Vejen mellem de to sædvanlige Skinner, og nu skulde da Trækrandsens betydelige Vedhængning ved denne Skinne frembringe Bevægelsen. Hjulene paa Tenderen og Waggonerne vare alle løse paa deres Axler, og Samlingerne mellem Tenderen og Vognene tillod en Drejning. Selve Skinnerne vare af Støbejern og forsynede med Flanche.

Systemet blev underkastet nogle Forsøg, men vandt ikke Bifald; navnlig syntes man ikke om den foreslaaede Maade at opnaa Vedhængning ved en Trækrands.

I Jouffroys System var der imidlertid en Ting af virkelig Værdi, og det var Midtskinnen, Tanken at lade de to sædvanlige Skinnerækker fortrinsvis være Bæreskinner, og saa lægge Vedhængningen over paa en særegen Skinne. Det er det, der senere er kommen frem igjen adskillige Gange, og endelig definitivt er bleven anvendt paa Jernbanen over Mont Cénis; men medens Jouffroys Midtskinne laa i Niveau med de andre, er Princpet for Centralsystemet, som det kaldes, at lægge den noget højere, og saa at fremkalde Vedhængningen ved at presse et Par smaa Hjul ind imod denne.

Allerede i 1830 have Ericsson og Vignole i England taget Patent paa et saadant System, og i 1840 har en engelsk Ingeniør Pinkus paany ladet sig noget saadant patentere; men det synes, som om Sagen trods disse gjentagne Patenteringer dog er gaaet ganske ubemærket hen, ialfald er der ikke da kommet nogetsomhelst Resultat ud deraf. Det er først fra 1843, at Opmærksomheden er bleven alvorlig henledt paa Spørgsmaalet, denne Gang fra fransk Side. I Decbr. 1843 meddelte nemlig Baron Séguier, Medlem af Videnskabernes Selskab i Paris, dette lærde Samfund, hvad han indtil da havde udtænkt i denne Retning; senere er han mangfoldige Gange kommen tilbage til det samme, har udviklet Systemet, som alt i 1846 blev patenteret, videre, har kort sagt i over tyve Aar efter den Tid arbejdet og talt og skrevet for at faa sine Ideer frem. — Det vigtigste deraf er da følgende*).

En Midtskinne skulde lægges ind mellem de sædvanlige Skinner, og saa skulde et Par smaa Hjul af Dampkraften presses ind imod den. Derved skulde ikke blot opnaaes en meget betydelig Vedhængning, som tillod at befare stærke Heldninger, men ogsaa navnlig det, at Lokomotiverne kunde gjøres meget lettere end sædvanlig. Det er jo nemlig paa de almindelige Jernbaner den ved Lokomotivets store Vægt frembragte Vedhængning, der afgiver Betingelsen for at Toget kan løbe frem; skaffes der altsaa ad anden Vej en stor Vedhængning, saa kan Lokomotivets Vægt reduceres, og dermed igjen den høje Grad af Soliditet indskrænkes, som Anlæget af Banelinierne ellers kræver. Men ikke nok dermed, han vilde endnu reducere Lokomotivets Vægt saa vidt, at det hele Lokomotiv saa at sige kun kom til at bestaa af de arbejdende Maskindele alene. Planen var nemlig at lægge Kjedlen paa en Vogn og Maskinen paa en anden; Vægten blev derved fordelt paa mange Axler, lidt paa hver, og den uheldige Omstændighed, at fra en Fjerdedel indtil det halve af hele Togets Vægt ellers ligger i Maskinen, blev altsaa undgaaet. Dermed var igjen efter Opfinderens Mening den Fordel forbunden, at — som han selv sagde i Mødet den 26de Marts 1866 — „Materialet i mere end en Retning vil blive simplificeret.

*) Det fortjener at bemærkes, at Seller samtidig byggede Maskiner med horizontale Hjul til Midtskinne for Panamabanen og for et Selskab i Pensylvanien. De kom dog aldrig i Fart.

En og samme Kjedel vil kunne gjøre Tjeneste for flere Maskiner; skilt fra en Maskine, som nylig har været i Arbejde, og som nu skal renses og eftersees, i Forbindelse derefter med en anden, som er i Orden, vil den samme Kjedel som Følge af den uafbrudte Tjeneste ikke være underkastet de Aarsager til Forringelse, som hidrøre fra Temperaturforandringernes Indflydelse paa Metallet. De Kul, som gaa med til at tænde op flere Gange, og de, som forbruges, medens Maskinen staar stille og sees efter, ville blive sparede, og Stenafsætningen, som netop er stærkest ved Afkjølingen, vil blive undgaaet. Den Kapital, der fordres til Kjøb og Vedligeholdelse af Lokomotiverne, vil altsaa betydelig formindskes." Dertil kom saa endnu, at Vedhængningen ved Midtskinnen skulde kunde afpasses efter Vægten af det Tog, der skulde trækkes. For at opnaa dette, fandt Séguier nemlig senere paa at fæste de to Hjul, der skulde klemmes ind mod Skinnen til en Slags Knibtang, en Tang nemlig, paa hvis korte Grene Hjulene vare satte fast, medens de lange vare forbundne med Toget; jo tungere dette altsaa var, desto stærkere klemte det de to Hjul mod Skinnen, og desto større blev Vedhængningen.

Det er, som man ser, ikke saa ganske faa Fordele, Opfinderen lovede, at hans System skulde frembyde, og det skal heller ikke negtes, at det indeholder flere udmærkede Tanker, ikke mindst da den, at Vedhængningen afpasses efter Togets Vægt. Ingeniørerne tillagde imidlertid ikke Sagen nogen stor Betydning, især da ikke udenfor det Tilfælde, hvor det gjaldt at befare stærke Heldninger; da Séguier imidlertid foruden at faa det ind paa saadanne Steder, tillige vilde have det almindelig indført, ɔ: altsaa vilde sætte det i Stedet for det sædvanlige Jernbanesystem, saa kunde de her ikke paa nogen Maade følge ham. Men hertil kom desuden, at Vanskelighederne ved at konstruere et til Brug paa en saadan Bane passende Lokomotiv vare saa store, at det alene syntes at maatte gjøre den hele Sag til intet. — Séguier arbejdede selv i flere Aar sammen med Ingeniøren Duméry paa et saadant Lokomotiv, men der kom ikke noget ud deraf, ialfald kom Løsningen da ikke fra nogen af dem. Det er en Englænder, Ingeniøren Fell, som har løst Opgaven; han har været fuldstændig overbevist om, at Centralsystemet for stærke Heldninger havde uomtvistelige Fordele; det er derfor, at han ikke har villet lade Sagen dø hen, ikke har skyet store Anstrængelser og mange forgjæves Forsøg, — han har da saa rigtignok ogsaa Æren af at have naaet Maalet.

I Slutningen af 1863 foretog han sin første Kjørsel med det nye Lokomotiv paa et særlig dertil anlagt Spor paa Vejen mellem Cromfort og High-Peak i Derbyshire, nærved Whaley-Bridge Stationen.

En Vej paa godt 450 Fods Længde og med en Heldning af $\frac{1}{4}\frac{1}{4}$ udgaar fra denne Station, og her fik da nu Fell Lov at udlægge sine tre Skinnerækker, med Tilladelse til at fortsætte dem videre over en anden Skrænt paa omtrent den samme Længde, med Heldninger, der variere fra $\frac{1}{4}\frac{1}{2}$ til $\frac{1}{3}\frac{1}{0}$ og med fire Krumninger paa kun 160 Fods Radius hver. Midtskinnen blev lagt halvottende Tomme højere end Sideskinnerne.

Lokomotivet, som uden Vand og Kul vejede 14 Tons, med Forsyning $16\frac{1}{2}$ Tons, er afbildet i Figur 150. Det bestaar igrunden af to Maskiner, saaledes nemlig at forstaa, at det er et Komplex af to af hinanden fuldkommen uafhængige Dampkjedler, hver i Forbindelse med sin Maskine, Cylindre, Regulator o. s. v. Det ene Maskineri, det, som virker paa de fire ydre Hjul, har to udvendige Cylindre; Hjulene, som ere sammenkoblede, have 23″ Tværmaal. Den anden Maskine, til hvilken der ligeledes hører to Cylindre, som ere anbragte mellem Hjulene, virker paa fire horizontaltliggende Hjul (se Fig. 151), som ved Hjælp af en Skrue og nogle

Fjedre kunne bringes til at klemme paa Midtskinnen med en Kraft, der kan voxe til 60000 Pd.

Hvorledes disse Hjuls indbyrdes Stilling er, kan sees af Figur 151, der tillige viser et Tværprofil af Vejen; a a ere to af de vandretliggende Hjul. Saavel Lokomotivet som hver af Vognene er forsynet med en almindelig Hjulbremse, og desuden med en Bremse, som fatter om Midtskinnen; begge Bremser sættes i Virksomhed samtidig ved samme Sving.

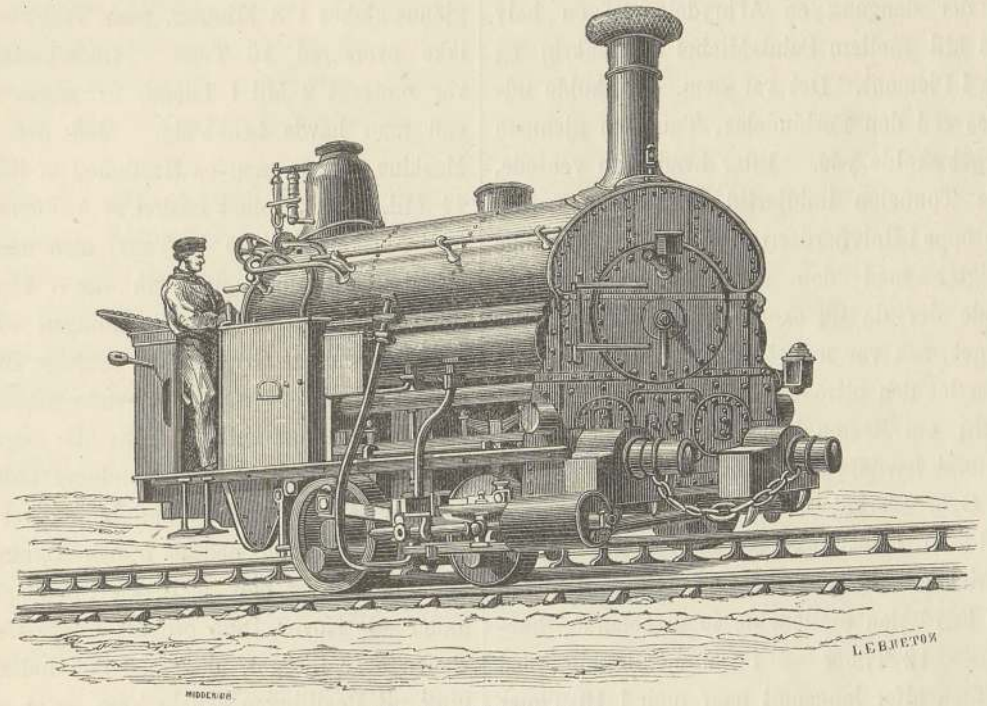


Fig. 150. Fells Lokomotiv.

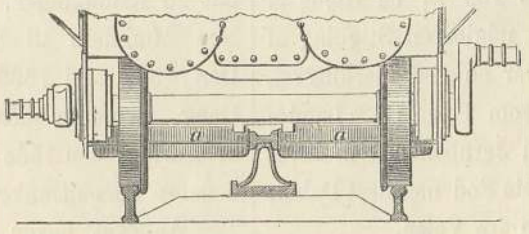


Fig. 151.

Forsøgene gave følgende overraskende gode Resultater. Maskinen løb med Lethed op ad Skraaningen, medtagende 4 Vogne af ialt 7 Tons Vægt. Vognene bleve derefter hægtede fra og til at begynde med det Maskineri alene sat i Gang, som drev de udvendige Hjul; det viste sig da, at den kun kunde løbe nogle faa Alen op. Men saasnart Dampen lukkedes op ogsaa for det indvendige Maskineri, tog den strax fat og løb nu opad med en Hastighed af omtrent $2\frac{2}{3}$ danske Mil i Timen. Med to Vogne efter sig gjentog den det samme Kunststykke, dog rigtignok kun med 2 Mils Hastighed; med fire Vogne endelig, hvis Vægt sammen med Lokomotivets egen udgjorde 44 Tons, var Hastigheden 1 Mil i Timen. Damptrykket var da 8 Atmosphærer.

Disse Resultater vare saa tilfredsstillende, at et Selskab strax traadte sammen med Brassey og Fell i Spidsen for efter en Gjentagelse af Forsøgene i stor Maalestok og under Omstændigheder, der maatte kunne afgive fuldstændigt Vidnesbyrd om Systemets Brugbarhed, at exploitere Sagen. Til Forsøgsbane valgte man Vejen over Mont Cenis, og indgav derfor til den franske og italienske Regjering Andragende om Tilladelse til

at udlægge et Spor deroppe; lykkedes Forsøgene, saa var det Meningen at faa Bevillingen udvidet til at gjælde for en Jernbanelinie over hele Bjerget.

Paa Jernbanen mellem Frankrig og Italien var der dengang en Afbrydelse af en halv Snes Mil mellem Saint-Michel i Frankrig og Susa i Piemont. Det var dem, der skulde udfyldes ved den Forbindelse, Tunnelen gjennem Bjerget skulde yde. Efter hvad man ventede, vilde Tunnelen imidlertid først blive færdig højt oppe i Halvfjerdserne, saa det havde lange Udsigter med den gjennemgaaende Trafik. Kunde der da nu skaffes en Forbindelse over Bjerget, saa var meget vundet. Selskabet fik altsaa let den attraaede Koncession til Forsøgsbanen; om Resten kunde der altid tales, naar det først havde vist sig, hvordan dette gik.

Over Bjerget havde Napoleon I i Aarene 1803—10 ladet anlægge en ypperlig Vej fra Maurienne i Savoyen til Susa. Ad den gik hele Færdselen mellem de to Nabolande, hurtigt — 12 Timer — i Sammenligning med før, men alfor langsomt naar man i 16 Timer havde tilbagelagt de 92 Mil fra Paris hermed. Langs denne Vej blev Forsøgsbanen i 1864—65 lagt ud. Den begyndte ved Lans-le-Bourg, 5168 Fod over Havet, og strakte sig derfra opefter mod Mont Cenis Top til en Højde af 5649 Fod, hvilket altsaa udgjør en Stigning af 481 Fod; da Længden var en god Fjerdingvej, var Stigningen følgelig som 1 paa 13. Landevejens Brede er 32 Fod; Jernbanen kom heraf til at optage de 10 yderste Fod nærmest Dalen; et Rækværk adskilte den fra Vejen.

Det var den aller vanskeligste Del af hele Vejen over Bjerget, der her var valgt; baade indeholder den nemlig de stejleste Steder og navnlig ogsaa de skarpeste Krumninger; Resultaterne af Forsøgene maatte altsaa blive aldeles afgjørende for Systemets Anvendelighed her.

Forsøgene anstilledes nu i Sommeren 1865 med to Maskiner, den ene den, som allerede havde gjort Tjeneste ved Whaley-Bridge Forsøgene, den anden en ny af noget forbedret Konstruktion. Med den første godtgjordes det, at den hele Strækning med Lethed kunde gjennemløbes i 8 Minuter, naar Trainets Vægt ikke overskred 16 Tons. Middelhastigheden var omtrent 2 Mil i Timen, ɔ: noget større, end man havde tænkt sig. Med den anden Maskine naaede man en Hastighed af ikke slet $1\frac{1}{2}$ Mil, naar Trainet bestod af 5 Vogne, der med Maskinen vejede 42 Tons; men man kom op til 2 Mil, naar der kun var 3 Vogne og 33 Tons Vægt. Nedad Skraaningen oversteg Hastigheden paa Grund af de kraftige Bremser aldrig $1\frac{1}{2}$ Mil. — Forsøgene viste altsaa klart Ypperligheden af Fells System; de sloge dets Anvendelighed fast for Stigninger indtil $\frac{1}{12}$.

En Betænkning blev herefter afgivet af en i denne Anledning nedsat fransk Kommission, og Følgen deraf blev, at Brassey, Fell og Comp. under 4de Novbr. 1865 erholdt Koncession paa Banen over Bjerget, dog med den Indskrænkning, at Bevillingen skulde høre op at gjælde, naar Tunnelen blev færdig.

Nu blev da den øvrige Del af Linien taget under Arbejde. I Zigzag kom Banen til at sno sig over Bjerget (se Figur 152), gjørende ialt 20 Krumninger, med Radier fra 127 Fod som Minimum til 851 Fod som Maximum. Den 23de Maj 1868 blev den prøvet første Gang, hvorefter den toges i Brug for Godsbefordring; den 15de Juni samme Aar aabnedes den for Persontrafiken.

Anlægget havde kostet $4\frac{1}{3}$ Million Rigsdaler eller 400,000 Rd. for hver Mil. Heraf gik $\frac{1}{6}$ med til Materielet, Resten til selve Anlægget, Tunneler, Broer, Snetage o. s. v. Det blev nemlig nødvendigt at træffe særegne Foranstaltninger for at skjærme Sporet mod de stærke Snefald; en kunstig Tunnel blev derfor opført i $1\frac{1}{3}$ Mils Længde, dannet af 5 Fod høje Plankevægge og et Tag

af kannelerede Jernplader. Taget blev gjort aabent i Midten, forat Røgen kunde trænge ud. Hvor Sporet var udsat for Laviner, blev Tunnelen gjort stærkere, idet den opførtes af Murværk med et Tag, der fik samme Fald som det tilstødende Terræn, saa at Sneen uden Hindring kunde rulle ned over Taget.

En kort Beretning*) om Farten ad denne Bane skal nu fuldstændiggjøre Beskrivelsen af den.

„Paa den første Strækning (fra St. Michel) er Stigningen ikke synderlig stor, og Toget farer frem med jevn god Fart. Den første Stigning træffe vi, naar vi ere komne en halv Mil opad Bjerget; Banen hæver sig der paa en Strækning af en halv Fjerdingvej efter Forholdet 1 : 18; men saa gaar det atter jevnt opad, indtil vi naa Stationen Modane, 2½ danske Mil fra St. Michel og beliggende 1100 Fod højere over Havet. Dette er den letteste Del af Vejen. Strax udenfor Modane findes der en af de stejleste Skraaninger paa hele Banen; man ser forbavset op ad Bakken og vilde ganske sikkert anse det for ligefrem umuligt for et Lokomotiv at slæbe et Tog derop, om man ikke vidste bedre. De ti Minuters Ophold ere omme, Signalpiben lyder, og med fuld Damp bruser Toget ud fra Stationen. Efter at have tilbagelagt to hundrede Alen mærker man, at Farten sagtner, og den bliver nu stadig mindre og mindre, indtil den er sunken ned til en lille dansk Mil i Timen, og herved bliver det i Reglen, indtil man har naaet Toppen af Bakken; i Reglen, siger jeg, thi skulde det tilfældigvis skorte paa Damp**), vilde Toget gaa Krebsegang tilbage til Modane; Bremserne kunde vel med Lethed holde det, men naar de bleve satte paa, vilde Lokomotivet ikke kunne slæbe det af Stedet.

Stigningen er nu atter jevn indtil henimod Fort Lesseillon, hvor Banen løber højt oppe over Arc-Floden; idet den her bugter sig omkring Klippen, og man ser ned i den skummende Flod dybt nede i Afgrunden, kommer man uvilkaarlig til at anstille den Betragtning: Sæt nu, at Lokomotivet løb af Sporet. Farten mindskes imidlertid meget betydeligt paa dette Sted, og der er sandsynligvis langt mindre Grund til at frygte for, at der vil ske nogen Ulykke nu, end dengang man kjørte med Diligencen.

Det næste mærkelige Punkt er ved Termignon. Dalen bøjer her temmelig brat af imod Øst, og ved første Øjekast bemærker man ikke, hvilken Vej Banen videre følger. Efter en stor Svingning til venstre gaar den i Zigzag tilbage og stiger herpaa en Strækning af en Fjerdingvej ikke mindre end 324 Fod. Dette er maaske nok det mest overraskende Sted paa hele Turen.

Lans-le-Bourg Station ligger 6¼ Mil fra St. Michel og omtrent 2150 Fod højere; for at naa hertil have vi brugt 2 Timer 15 Minuter. Der bliver nu spændt nye og stærkere Lokomotiver for, thi det strengeste Arbejde forestaar. Fra denne Station op til Toppen af Bjerget gaar det stadig stejlt opad; paa en Strækning af 1½ Mil hæver Banen sig 2170 Fod.

Det er morsomt at iagttage Jernbanetogene fra Lans-le-Bourg. Over Trætoppene ser man Dampskyerne, som Lokomotivet udsender, stige op, idet de snart bevæge sig i en vis Retning, snart i den stik modsatte, af og til skjulte af de bedækkede Veje“ (ɔ: den tidligere omtalte kunstige Tunnel) „og saa atter vise sig under aaben Himmel. Omtrent halvvejs, inden man naar Toppen, standser Toget, forat Lokomotivet kan faa Vand; men Maski-

*) Baade dette Stykke og det foran om Tunnelen er taget efter den Oversættelse af Whymper: Scrambles in the Alps, som findes i Fra alle Lande for 1871.

**) Naar der her tales om at skorte paa Damp, da er det saaledes at forstaa, at Maskinens Ildsted er snevrere end de almindelige Lokomotivers; der gaar altsaa mindre Luft igjennem i en given Tid, følgelig udvikles der en mindre Mængde Varme, og dermed igjen mindre Damp. Undertiden — især naar Sporet paa Grund af Regn eller Taage er glat — standser Maskinen derfor forpustet, indtil den har samlet Damp nok for at kunne gaa videre.

nerne ere endda stærke nok til atter at sætte det i Gang og opnaa den reglementerede Fart af $1\frac{3}{4}$ Mil i Timen. De Slyngninger, den gamle Mont Cenis-Vej beskriver, ansees for noget af

Farten hen over Højsletten oppe paa Toppen af Bjerget staar ikke længe paa, og derefter begynder den voldsomme Nedkjørsel fra Stationen Grand-Croix til Susa. Set fra Loko-

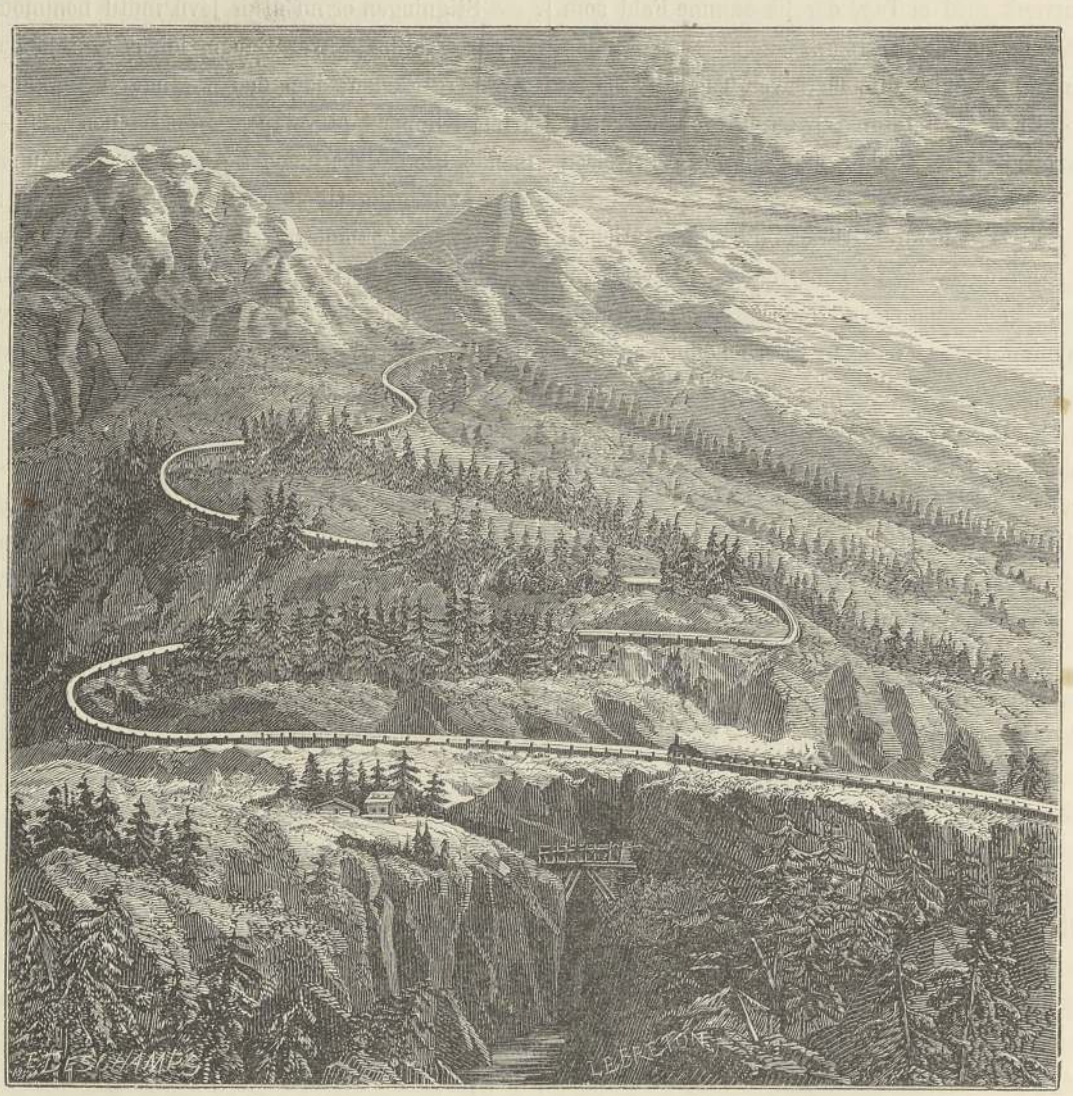


Fig. 152. Jernbanen over Mont Cenis.

det mærkeligste, Vejbygningskunsten kan fremvise mellem Alperne. Jernbanen følger dem og løber hele Tiden parallelt med Vejen, kun at den gjør en større Svingning ved Omdrejningerne, forat Kurverne kunne blive lidt mindre bratte; ikke desto mindre ere de skarpe nok (130 Fods Radius) og vilde ikke være til at befare, naar man ikke havde Midtskinnen.

motivet tager den sig halsbrækkende ud, idet den slynger sig i Bugter, som man ikke ser Mage til paa nogen anden Linie, saa at den mere ligner en uhyre Slange end en Jernbane. Men er man med Toget, kan man paa Grund af Tunnelerne kun se nogle faa Alen frem for sig, saa skarpe ere Kurverne, der faa Lokomotivet til at ryste, dirre og hoppe, saa at man

har Nød med at holde sig fast, og kommer man atter ud i det frie, saa gaber en stejl Afgrund, 3—4000 Fod dyb, en imøde. I næste Øjeblik gjør Banen en brat Svingning til venstre, saa brat, at Lokomotivføreren og hans Medhjælper maa klamre sig fast for ikke at blive slyngede ud, og strax derpaa svinger man lige saa pludselig til højre og saa fremdeles, medens Farten snart mindskes, snart forøges, alt eftersom Faldet er større eller mindre. Et almindeligt Lokomotiv, der tilbagelægger $12\frac{1}{2}$ Mil i Timen med et Iltog efter sig, er ikke særdeles stødt i sine Bevægelser, men Rystelsen er dog for intet at regne imod Lokomotivets Slingring paa Felljernbanen, naar det gaar ned ad Bakke. Man vil naturligvis tænke, at dette gjør Rejsen i høj Grad ubehagelig; men deri tager man dog fejl, thi Toget selv er stødt nok, og i Passagervognene mærker man meget lidt til Bevægelsen. De ere indrettede paa amerikansk med Døre i begge Ender og Sæder langs Siderne som i en Omnibus.

Et Par Minuter efter, at Toget har sat sig i Bevægelse ned mod Susa, bliver der lukket af for Dampen, og Bremserne skrues paa, dog kun løst. Toget kan da godt løbe hele Vejen ned alene ved sin egen Vægt; men i Praxis er det vanskeligt at ramme den rette Grad af Langsomhed, saa man maa snart skrue Bremserne fra, snart til. Naar et almindeligt Tog, det vil sige to eller tre Passaservogne og en Godsvogn, løber ned med den stærkeste Fart, Reglementet tillader, kunne Bremserne stoppe det, inden det kan gjennemløbe endnu hundrede Alen. De Dele af Lokomotivbremserne, der komme i umiddelbar Berøring med Skinnen, fornyes for en Sikkerheds Skyld hver Dag, og det er da ogsaa saa omtrent nødvendigt, thi en Tur fra Lans-le-Bourg til Susa er tilstrækkelig til at der slides en $\frac{3}{8}$ Tomme dyb Fure paa den indvendige Side af Apparatet.

Der hører baade Mod og Dygtighed til at være Lokomotivfører paa Fellbanen. De ere allesammen Englændere; en af dem udtalte sig for mig om Banen i følgende Udtryk. „Ja, min Herre, man sagde os rigtignok, at Linien var meget stejl, men man fortalte os ikke, at Lokomotivet kunde komme paa en Kurve, medens Tenderen var paa en anden og Toget paa en tredie. De sige nok her, at Stigningerne ere 1 paa 12, men jeg tror, at de i det mindste ere 1 paa 10, og der var saamæn ingen, som sagde os, hvordan vi skulde bære os ad for at komme ned igjennem alle disse Bugter. Det er værre end paa Great-India-Peninsula-Banen, thi der kunde man dog hoppe af; men i disse lukkede Gange er der ikke engang saa megen Plads, at man kan springe ud.“ —

Det er da altsaa en Kjendsgjerning, at Spørgsmaalet om Centralsystemet, takket være Fells Lokomotiv, har faaet en tilfredsstillende Løsning, ialfald saa vidt det ikke gjælder Stigninger ud over en vis Grændse. Hvori bestaa da saa Fremskridtene? De bestaa for det første deri, at man kan komme fremad uden at behøve de særdeles kostbare Udskjæringer og Opfyldninger, der ellers ere nødvendige; for det andet deri, at man paa vanskelige Steder kan reducere Banens Længde, idet man ikke behøver de store Omveje for at formindske Stigningerne, og endelig i den Sikkerhed, de yde paa Grund af Midtskinnen. Denne Skinne tjener jo nemlig ikke blot til at forøge Vedhængningen, den giver tillige Midler til en særdeles kraftig Bremsning, og saa forhindrer den endelig Toget fra at løbe af Sporet.

Men udover en vis Grændse er selv Centralsystemet, saaledes som det er sat i Scene paa Mont Cenis Banen ikke istand til at bringe et Tog fremad. Løber Stigningen op til $\frac{1}{10}$ og derover, saa maa der træffes andre Dispositioner, hvis Kjørselen skal lykkes. Nye Indretninger ere da nødvendige, nye Methoder, der paa en Gang give en meget stor Vedhængning, for at drive Toget op, og en særdeles kraftig

Bremsning for at holde paa det under Nedfarten. Et saadant helt nyt System er bragt i Udførelse her i Europa paa Rigibanen. Midlerne ere Tandstang og Tandhjul ligesom paa det Side 209 omtalte og i Figur 117 afbildede Lokomotiv; men medens Ophavsmanden til dette, Blenkinsop, ikke kunde faa det frem, fordi det var urimeligt paa en horizontal Bane, saa have nu et Par Schwejzeringeniører ikke blot lagt et saadant Spor ud, men ogsaa, og det er da det væsenligste, konstrueret det dertil passende Materiel.

I 1848 havde Baldwin fra Philadelphia allerede konstrueret et Par Maskiner til Brug for Tandstangsskinner paa Banen Madison-Indianopolis, hvis Maximumsstigning er som 1 til 17. Det vakte imidlertid ikke nogen synderlig Opsigt, væsenligst maaske fordi der ikke blev sørget for saa stor Offenliggjørelse som den, Centralsystemet fik ved Séguiers Bestræbelser. Indirekte fik det derimod Betydning, for saa vidt som en efter samme Princip konstrueret Bane opad Mount-Washington (5300 Fod) i Amerika viste sig at kunne befares trods en saa kolossal Stigning som mellem $\frac{1}{3}$ og $\frac{1}{4}$. Det blev denne Bane, der igjen gav Stødet til Rigibanen, saaledes dog at forstaa, at Rigibanens Materiel er originalt.

Trods de Anstrængelser, der forhen vare forbundne med en Rigifart, blev Rigi Kulm dog aarlig besteget af en 30,000 Personer; den Tanke at lette Færdselen derop, laa altsaa nær, — det gjaldt kun at finde Midlerne. Nu havde imidlertid som sagt Mount-Washington Banen givet Exemplet paa en dristig Bjergbestigning ved Dampkraft; det maatte altsaa være den, man nærmest skulde tage til Mønster.

En erfaren Schwejzeringeniør rejste da derover og underkastede alt en omhyggelig Undersøgelse; de Oplysninger, han kom tilbage med, vare saa tilfredsstillende, at de Mænd, der havde undfanget Planen, ikke toge i Betænkning at ansøge om Koncession, og den fik de. Disse Mænd vare Oberst Naeff fra St. Gallen, Direktør for Schwejzer Nordøstbane Selskabets Maskinfabrik i Olten, Rickenbach og Ingeniør Zschokke fra Aarau. Den nødvendige Kapital 1,250,000 fr. blev skaffet tilveje ved Aktier, og derefter blev der lagt Haand paa Værket. Man begyndte i November 1869 og allerede i Marts 1870 vare 4000 Fod af den ialt 17000 Fod (fra Vitznau ved Vierwaldstättersøen til Kaltbad) lange Bane færdige til Befaring med Materialtog, paa en lang Strækning af Resten var Overbygningen forberedt, og i det hele vare de største Vanskeligheder overvundne. Ved Anlæget blev der tillige strax taget Hensyn til den senere Fortsættelse af Banen op til Rigi Kulm, som nu er færdig.

Stigningen er næsten hele Tiden som 1 til 4 (22—25 pr. Cent.) altsaa paa hver Mil en Fjerdingvej, — en Stigning, som alene af den Grund absolut vilde umuliggjøre Brugen af Lokomotiver af sædvanlig Indretning, at Vandet da vilde samle sig i den ene Ende af Kjedlen. Lokomotivkjedlerne, konstruerede af Rickenbach og byggede i Schwejzer Centralbanens Maskinfabrik, staa derfor op, noget nær ligesom enkelte Lokomobilkjedler; de staa nemlig ikke ganske vertikalt, men ere lagte saameget bagover, at de, naar Toget staar paa Skraaningen, indtage en vertikal Stilling. Hermed er tillige givet, at Lokomotivet ikke kan vende; det gaar baade op og ned med Kjedlen heldende op ad Skraaningen efter. Dampspændingen er 15 Atmosphærers Maximumstryk; Tenderen udgjør et med Maskinen, det hele til en Vægt af 250 Centner.

Maskinen (se Fig. 153 og 154) indtager i Toget altid den nederste Plads; den skyder den ene Waggon, der sammen med den selv udgjør hele Toget, op foran sig, og den holder paa den, naar Farten gaar nedad. Derfor behøver Waggonen ikke at være koblet sammen med den; den følger af sig selv Maskinens Bevægelser.

Sporet bestaar af to sædvanlige Skinner og en midt imellem dem anbragt Tandstang, paa hvilken Drivhjulet løber. For at forhindre Glidning, er der til Tværsvellerne paa den udvendige Side af Yderskinnerne fæstet et System af Længdesveller; til yderligere Sikkerhed er endda med visse Mellemrum Svellerne fæstede i Murværk. Tandstangens Tværprofil dannes af 2] [Jern, mellem hvilke de prismatisk dannede, 5″ brede Tænder, ere indsatte. Da Forfærdigelsen af krumme Tandstænger til forskjellige og især stærkt krummede Kurver, naturligvis vilde være forbunden med betydelige Vanskeligheder, ere alle Kurverne hele Banen igjennem anlagte med 600 Fods Krumningsradius, og Skinnerne konstruerede i Fabriken med tilsvarende Krumning.

Bevægelsen foregaar nu paa den Maade, at Lokomotivets Drivhjul, der sidder under Tenderen, griber ind i Tænderne paa Tandstangen. Kraften overføres ikke direkte fra Stempelstangen til Drivhjulsaxen men derimod saaledes, at en anden Axe, der ligger parallelt med og noget foran Drivhjulsaxen, først bringes i Rotation paa sædvanlig Maade ved Krumtappe. Paa denne Axe sidder igjen to temmelig store Tandhjul, og hver af dem griber ind i et Drev paa Drivhjulsaxen, saa at denne altsaa tvinges til at gaa rundt, naar de omtalte Tandhjul rotere. Man kan se disse to Tandhjul paa Fig. 154; de sidde naturligvis saa højt, at de løbe klar af Banen.

Man forstaar da nok, at Toget kan komme op; men naar det nu skal ned igjen, hvordan undgaaes da en altfor stærk Fart? Ja det er netop Vanskeligheden, det at undgaa en Hastighed, som er større end Normalhastigheden. Det sker dog imidlertid paa følgende Maade. Paa det Sted, hvor Damprørene dele sig for at føre Dampen til Cylindrene, sidder en Ventil, der kan aabnes og lukkes ved Træk i en Snor, som Føreren har i sin Magt; er den lukket, cirkulerer Dampen paa sædvanlig Maade. Skal Toget nu ned, saa spærres der af for Dampen, Bremserne løsnes meget langsomt, og Ventilen aabnes. Paa Grund af sin Vægt løber Lokomotivet da ned; Drivhjulet gaar rundt, tager Stempelstangen og dermed Stemplet med sig, og idet der da derved frembringes en Sugning, strømmer der Luft ind i Cylinderen gjennem Ventilen. Gaar Stemplet nu tilbage, saa maa denne Luft, saafremt der sørges for at den ikke kan slippe ud, naturligvis sammentrykkes, og derfra maa der hidrøre en Modstand, som lidt efter lidt maa formindske Hastigheden af Drivhjulets Omdrejning og altsaa tilsidst bringe Maskinen til at staa stille; men Føreren kan ved at aabne en anden Ventil lade noget af den saaledes komprimerede Luft slippe ud igjen, og det indsees altsaa, at han har i sin Magt at holde Hastigheden saa lille, som han vil; der kan stoppes, blot ved at holde den sidste Ventil lukket. Skal Standsningen ske meget hurtigt, saa kunne desuden baade Bremserne sættes i Gang og Dampen anvendes som Kontradamp, og i saa Tilfælde kan Maskinen bringes istaa paa blot 6 Fods Spillerum.

At en Tur paa denne Bane naturligvis maa være meget interessant, det vil man let forstaa; det hele er saa ejendommeligt og saa overraskende dristigt, at enhver, der endog kun har den aller tarveligste Interesse for mekaniske Anlæg, ikke kan andet end spærre Øjnene vidt op, naar han for første Gang ser det. Forfatteren har i Sommer sammen med sin højtærede Forlægger gjort Turen, og han kan forsikre, at af alt det meget i Retning af Mekanik interessante, der var at se i Schweiz, var dette Anlæg ubetinget det, der mest beslaglagde Opmærksomheden. En Skildring af Farten, haaber han, vil her ikke være uvelkommen.

Vi toge fra Luzern med Dampskibet om Morgenen Kl. 8. Baade Rigi og Pilatus, og hvad nu alle Bjergene omkring Søen hedde, vare endnu indhyllede i et Taageslør; det saa

paa mange Steder ud, som var det store kogende Kjedler, der laa deroppe og udsendte tætte Dampskyer. Temmelig langsomt gled den store Damper afsted med os, koldt og skarpt blæste Vinden ned fra Bjergene — vi begyndte allerede at frygte for, at det forønskede gode Vejr skulde slaa os fejl. „De skal blive Natten over deroppe“, sagde en hollandsk Kaptejn, der havde Orlov fra sin Tjeneste paa Java og nu benyttede den til at gjøre en Europatur, „bliv deroppe til imorgen Formiddag, saadan gjør jeg; man bør paa Rigi se Solen staa op. Bliver det saa ogsaa lidt daarligt Vejr idag, saa er det nok forbi til imorgen.“ Men heldigvis blev det ikke daarligt Vejr; efterhaanden som vi kom ud lettede Taagerne; da vi sejlede forbi Küssnachterbugten havde vi allerede saa klar Luft, at vi temmelig tydeligt kunde se den navnkundige By inderst inde i Vigen, og da Dampskibet lagde til ved den første Station Weggis, da var Rigi Kulm kun endnu overtrukket med det blaalige Skjær, der betegner Vanddampenes Opstigning ved Solstraalernes Magt. Pilatus kogte endnu, men ham sejlede vi jo fra, han var jo desuden heller ikke andet for os end Staffage i Landskabet, og den Rolle udførte han upaaklageligt. Fra Weggis til Vitznau sejler man Kysten temmelig nær, hele Tiden lige under Rigiaffaldet; man staar og ser derop, man helder Hovedet mere og mere tilbage, efterhaanden som man kommer frem, for at se Stenen*) paa Toppen; man spørger sig selv, hvor er det dog muligt, at en Jernbane kan løbe derop, og hvor gaar den — man ser nemlig, selv naar man er kommen

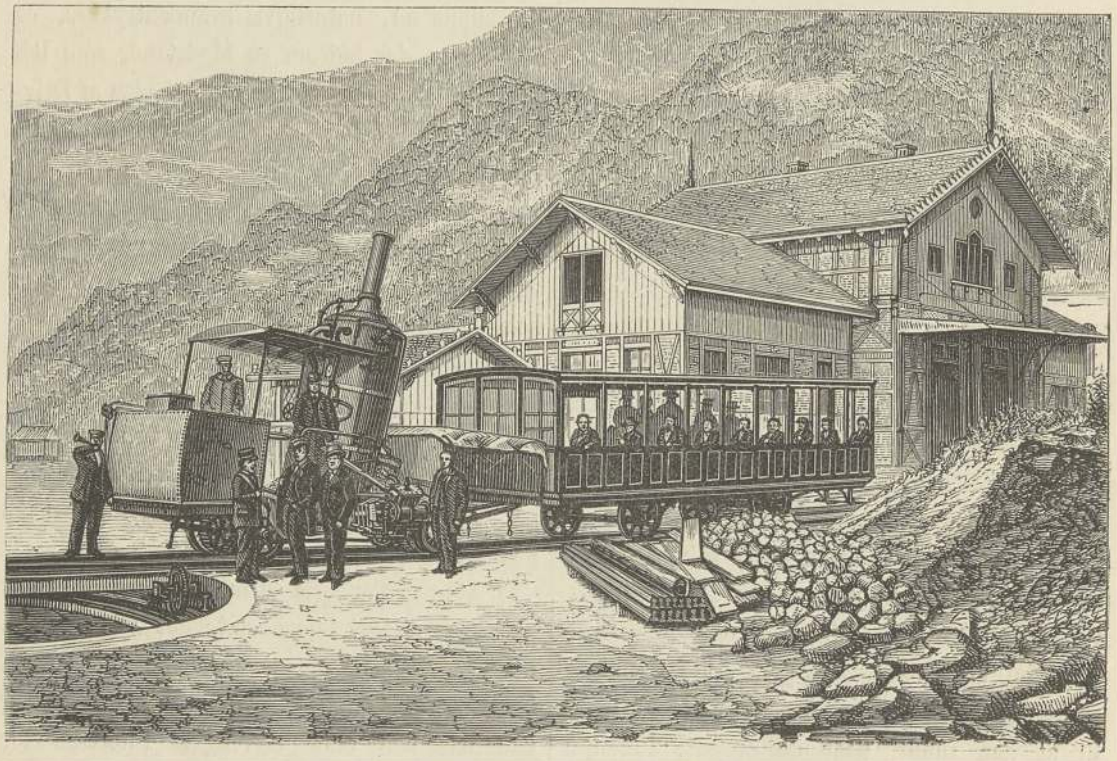


Fig. 153. Et Tog paa Rigibanen ved Stationen Vitznau.
(Efter Photographi).

*) Der er øverst oppe paa Rigi Kulm opsat en stor Sandstensblok af Form som en firsidet Piedestal til en Statue. En ihærdig Landsmand har rimeligvis villet give Turisterne en Prove paa dansk Udholdenhed, ialfald har han med Bogstaver paa over 2 Tommers Højde i den temmelig haarde Sten indridset Ordene: Poulsen, Danmark. Skade at man dog er i Uvished om, hvem denne Hr. Poulsen er.

Vitznau saa nær, at man hører Lokomotivet fløjte derinde, intet som helst til den. Men naar saa Dampskibet lægger bi, og Passagererne begynde at gaa i Land, saa hører man nogle faa Skridt tilhøjre for sig den summende Lyd, som Dampen giver, naar den trænger ud af Ventilhullerne; man aner da, at den Bygning, der set fra Dampskibet nærmest ligner et Værtshus, er Stationen, og var man endnu i Tvivl, saa vilde i ethvert Tilfælde Tilstrømningen derhen og Trængselen foran det ene Vindue, hvorigjennem Billetsalget foregaar, tydeligt sige en, at man kun var nogle faa Favne fra den mærkværdigste af alle Jernbaner.

Stor var Trængselen; alle vilde have Billet strax for at komme med første Tog; de puffede og stønnede for at komme frem, og det hjalp ikke, at der i Vinduet var opslaaet Plakater, som bekjendtgjorde, at der, for saa vidt der var Trang dertil, og for saa vidt Banen ejede Materiel nok (der haves for Øjeblikket 8 Lokomotiver), vilde afgaa Supplementtog hver syvende Minut efter det regulære Tog — kun faa læste disse Plakater, og endnu færre toge dem til Følge. Vi, som hovedsagelig vare komne for at se Banen, havde intet imod at vente; vi vidste fra Luzern, at alle vilde komme med, vi gav os altsaa god Tid og fik derfor Fornøjelsen af at se to Tog afgaa før vort og et Godstog forberedes til Afgang efter os, og endelig fik vi en ganske fortrinlig Plads.

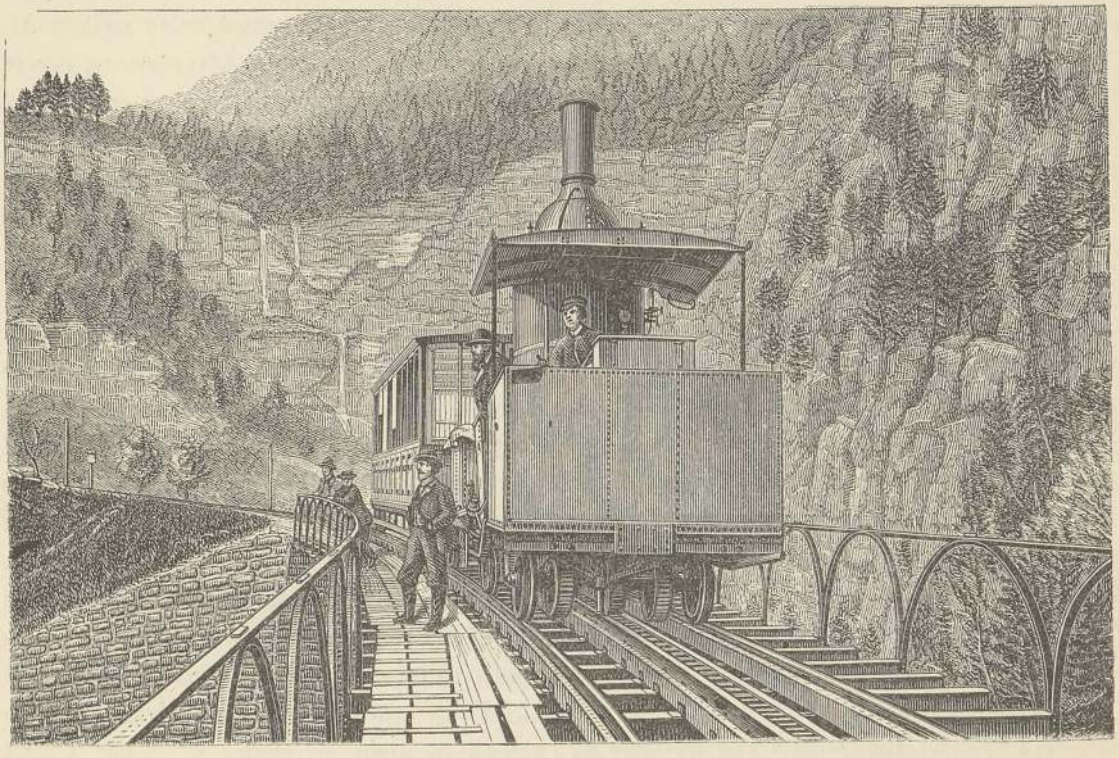


Fig. 154. Toget passerer Rigibroen.
(Efter Photographi).

Ved selve Stationen ligger Sporet horizontalt og kun nedad Søen til henimod Lokomotivhuset, der ligger noget sydligere end Stationen, helder det lidt. Den første Del af Farten foregaar altsaa paa jevn Grund, og der er ikke meget at se. Man kjører baglænds med Ansigtet vendt mod Lokomotivet, der, som alt anført, altid er placeret nederst; man har imellem Bygningerne ingen Udsigt, ikke engang

ned mod Søen efter, saasom Lokomotivkjedlen til den Side staar i Vejen. Men det varer ikke ret længe, inden Stigningen begynder, og har man i det første Par Minuter intet set, saa holdes man til Gjengjæld skadesløs derfor paa den hele øvrige Del af Turen, der ialt varer en halvanden Time. Allerede kort udenfor Byen er man saa højt, at man ser over Tagene; Vejen krummer sig, saa man nu faar Søen paa højre Side, og udmærket smukt er der. Bjergene skyde sig ud i Vandet, nærmest Bürgenstock, der i Sammenligning med de andre tager sig mørkladen ud paa Grund af sin Skovbeklædning, længere tilbage Buochserhorn og Stanserhorn, og helt i Baggrunden Kæmpen i Flokken, Pilatus. Paa venstre Haand ser man samtidig Rigikjædens Fod komme nærmere ind imod sig; et Sted ved en fritstaaende Klippeblok tæt udenfor Byen tiltrækkes Opmærksomheden af noget, der glimter i Sollyset; man ser den røde Schweizerfane, der saameget minder om Danebrog, vaje derover, og naar saa Banen har drejet sig lidt, saa læser man Ordene: Ph. Suchard, Chocolat, Neufchatel; det er det bekjendte driftige Firma, der har ladet forgyldte Bogstaver trække paa Jerntraade, og saaledes anbragt det ene Ord under det andet som Avertissement paa Klippesiden.

Nu kommer Rigibjergets Fod nærmere og nærmere; snart gaar Vejen opad selve Bjergsiden, og Banen er da sprængt ud i Klippen; man kan endnu se Borehullerne paa kryds og tværs; Afstanden fra Vognen over til Klippemuren er ikke større, end at Banevogteren lige netop kan staa der. Til den anden Side er derimod et brat Affald ud mod Søen, ikke saa ringe ganske vist, men dog for intet at regne mod hvad der siden kommer. Det er lidt underligt her; Bjerget er en saa nær, der er saa højt op til Kammen af den lodret udsprængte Væg, paa flere Steder ligesom helder den ud over en, og saa er det ikke en massiv Stenart, saadan som andre Steder, men det er et Konglomerat af en Mængde smaa Stene — Nagelfluh kaldes det — en rigtignok meget fast Masse, som man slet ikke behøver at være ængstelig for skal glide ud, men alligevel, det er dog for den, der ikke ved selv at have hamret paa den har overbevist sig om dens Fasthed, noget betænkeligt, og man er til at begynde med ialfald ikke rigtig glad derved.

Saa gaar det da paa denne Maade i nogen Tid; man deler Opmærksomheden mellem Affaldet tilhøjre og Klippen tilvenstre, og der er ingen anden Forandring end den, at man stadig kommer højere op og derfor ser mere. Men saa pludselig giver Lokomotivet et Hvin fra sig og saa er man inde i Tunnelen, den eneste paa hele Vejen. Denne Tunnel er 250 Fod lang og udsprængt i samme Bjergmasse som alt omtalt; den er ikke beklædt med Murværk, og den ser derfor i Sammenligning med andre Tunneler meget lidet lystelig ud; de skarpe Kanter ere ikke slaaede af, Vandet siver ud mellem de smaa Sten, der med samt deres Bindemiddel danne Bjergmassen, Røgen fra Lokomotivskorstenen har slaaet sig ned paa dens Vægge, og Kulpartiklerne have sammen med Vanddraaberne dannet en Slags Sod derpaa; men netop alt dette frembringer Indtrykket af, at den hele Masse er løs og let kunde give sig til at glide, og derfor er denne Tunnel uhyggelig og ængstelig, og man ønsker sig vel ude af den igjen.

Lige udenfor Tunnelens øverste Munding ruller Toget derefter ud paa Rigibroen (smlgn. Titelbillede) den lette og elegante Bro, som man, takket være de Tusinde og atter Tusinde af Photographier, der ere tagne af den, allerede længe førend man naar saa vidt ned i Schweiz, har havt rig Lejlighed til at gjøre sig bekjendt med. Det er en Gitterbro af Jern, der baaret af tre Jernblikspiller spænder over 225 Fod; samtidig har den en Krumning paa 600 Fods Radius, alt med en Stigning af 1 paa 4. Den er just ikke saa forskrækkelig

højt oppe; den Bæk, Schnurbach, den spænder over, løber nemlig i en meget bred, paa begge Sider jevnt skraanende Seng. Kun lige i Midten har den skaaret sig ned, og der sværer altsaa Toget over Afgrunden, til hvilken man har en saameget mere fri Udsigt, som Broen selv intet helt Brodække har. De Tværbjælker, paa hvilke Sporet ligger, ere nemlig ikke indbyrdes forbundne ved noget Gulv; de ligge der med deres aabne Mellemrum (Fig. 154) saa at man ser ned imellem dem; man har altsaa den fuldeste Udsigt ned over det hele nedenunder.

Sporet løber fra nu af i længere Tid over aaben Mark; Bjergvæggen har trukket sig ind i Landet og givet Plads for en Højslette, der maaske nok udad mod Søen til falder stejlt af; det ser man imidlertid ikke noget til, man kjører stadig indefter, længere og længere bort fra Søen. Stejlt opad gaar det, hele Tiden med Maximumsstigningen 1 paa 4; varmt er der, og besværligt maa det være at gaa derop ad. Lokomotivet synes ogsaa at anstrænge sig svært, det puster og stønner og klapprer, hvergang Tænderne paa Hjulet slaa mod Tænderne i Tandstangen, men sikkert gaar det, og der er her, trods den enorme Stigning, ikke det mindste ængstelige derved. En nydelig Udsigt er der herfra, mindre vild end før, da Bjergvæggen var saa nær, mere fredeligt og hyggeligt, man kunde have Lyst at stoppe lidt og indaande den friske Luft, der krydres af Duften fra det nylig slaaede Hø, som ligger spredt trindt omkring. Men Togføreren finder ingen Anledning til at gjøre Ophold; han ved, at det gjælder at holde Tiden ligefrem paa Minuten, thi bagefter kommer Godstoget opad, og foran komme Togene nedad, som han nu ret strax skal passere. Derfor staar han med Haanden paa Afspærringsventilen og spejder opad mod Sporskiftet, som han skal over, for at rulle ind paa det Afvigespor, hvor han tilligemed de øvrige opadgaaende Tog maa holde stille, medens de nedadgaaende rulle forbi. Saa fløjter det deroppe, det er det nærmest forangaaende Tog, der signaliserer, at nu har det stoppet; strax efter hører man den langtrukne Tone, som Banevogteren frembringer ved at blæse i sit Signalhorn, saa fløjter vor Damppibe til Svar derpaa, Føreren lukker af for Dampen, medens hans Medhjælper skruer Bremserne til, og Maskinen lystrer øjeblikkelig, — vi holde strax stille. Faa Minuter efter underretter Føreren paa Godstoget alle Rejsefællerne om, at ogsaa han nu lykkelig har faaet sit Tog ind paa Undvigesporet, Signalhornet lyder atter, og som Svar derpaa begynde Arbejderne ved Sporskiftet at iværksætte Forbindelsen mellem den Del af Banen, vi nu have tilbagelagt, og det Spor, hvorpaa de nedadgaaende Tog om faa Øjeblikke ville komme.

Naturligvis er Sporet paa det Sted, hvor Skiftet er anbragt, mindre stejlt end ellers; saavidt erindres er Stigningen der 12 p. Ct. Det følger af sig selv, at Forholdene her kræve Sporskifter af en ganske særegen Konstruktion; det er da heller ikke en Tunge, der slaaes over og saa efterfølges af en Sporkrydsning, det er tværtimod et helt Sporstykke, der drejes ud fra det ene Spor og hen i Fortsættelse af det andet, saaledes at forstaa, at det bevægelige Stykke har Form som et Cirkeludsnit, om hvis Toppunkt Omdrejningen foregaar. — Nu drejes dette da som sagt over, og neppe er det lagt, som det skal, førend det første Tog kommer ned forbi os; vort Spor ligger nogle Alen højere end det andet, saa vi sidde og se ned i Vognen til de forbidragende og spejde efter Bekjendte, som drog ud iaftes. Hilsener vexles mellem Personalet paa begge Tog; Konduktøren, som staar paa et over hele Vognens Brede bagpaa anbragt Bræt, hvor han har en Bremse til sin Raadighed, der kan holde Personvognen fra at rulle ned, selv om Lokomotivet skulde gjøre sig udtilbens og løbe afsted, — han raaber et Par Ord over til sin Kammerat paa vor Vogn, uden Tvivl noget morsomt, thi vor

svinger med Haanden og ler hjerteligt deraf. Strax efter ser vi ham hoppe et Par Gange op og ned, idet han passerer Skiftet, hvis Betjeningspersonale han rimeligvis gjør den samme interessante Meddelelse, thi ogsaa de faa pludselig et Anfald af Lattermildhed, medens Banevogteren, der er sig sit Ansvar bevidst, ikke fortrækker en Mine, uagtet han staar saa nær, at han maa have hørt, hvad der blev sagt. Men hans Deltagelse for det forbipasserede Tog er ogsaa allerede forbi; det er kommen udenfor hans Omraade og ned paa hans Nabos Territorium; han har nu kun Opmærksomheden henvendt paa de næste to Tog, der, det ene efter det andet, med faa Minuters Mellemrum ogsaa lykkelig og vel komme hans Terræn forbi, atter til stor Glæde for vor Konduktør, atter med fortrolige Hilsener til Folkene ved Sporskiftet.

Saa piber det igjen et Par Gange, saa lyder Hornet atter, vor Maskinfører drejer Hanen fra sin Dampfløjte og piber med, og saa gaar det atter op. Ind i et Slags Hulvej løber Toget, saa Udsigten mod Søen afbrydes, men det varer ikke ret længe, ikke længere end at man netop faar Tid til at se sig om efter, hvor vidt der ogsaa paa den anden Side ind ad Bjerget til vil komme en Grusvæg ivejen; saa kjøre vi atter ud til den frie Flade, ud til en fri og vid Udsigt baade over Søen og ind imellem og over Bjergene paa den modsatte Bred, langt, langt ind til Berner Oberlands Bjergene, der med snedækte Tinder hæve sig den ene bag den anden i de mest bizarre Former.

Som om vort eget Bjerg imidlertid ikke vilde taale, at vi saa udelukkende beskjæftige os med dem derovre, rykker det os nu igjen nærmere ind paa Livet, og som om det vilde vise os, at det, om end ikke med Sne paa Issen, og et rent Barn i Sammenligning med dem, dog har Bjergnatur i sig og kan blive vredt og truende, har det rundt om sin Fod paa den Højslette, hvorpaa vi kjøre, spredt en Del store Blokke. „Her skete for en halv Snes Aar siden en Katastrophe“, sagde den gamle Schweizer, der med sine to Børn udgjorde vort hele Rejseselskab, „og det hændes jo af og til, at der falder nogle Sten ned, — en lystelig Oplysning, naar man just kjører der forbi. Men heldigvis var Bjerget den Dag i godt Humør og sendte os ikke saameget som den aller mindste Stenstump ned; vi kom altsaa godt forbi den hele Strækning, hvor Nedfaldet var sket, og dampede strax efter ind til den første Station Romiti.

Her gjøres et Ophold paa nogle Minuter, medens Maskinen bliver smurt og Tenderbeholderen forsynes med Vand; saa gaar det atter fremad, først med nogen Forsigtighed, indtil det andet Sporskifte, der her strax udenfor Stationsbygningen atter forener de to Spor, er vel passeret. Derefter sættes Farten op til det reglementerede, og nu gaar det da opad, paa en lang Strækning gjennem en vild Egn, hvor Klippen hænger ud over Banen til den ene Side, medens Afgrunden i foruroligende Nærhed gaber ved den anden. Paa denne Strækning var Banen under Reparation; Arbejderne — alle Italienere, saasom Schweizerne ikke vare at faa til saa billig Pris som dem — klemte sig opad Skrænten, medens vi kjørte forbi, iforvejen ved Tonerne fra Banevogternes Signalhorn underrettede om, at Toget strax vilde svinge ind i den Krumning, hvor de vare beskjæftede. Længere oppe, hvor Udsigten atter aabnede sig ind mod Landet efter, saa man Forarbejderne til den nye Bane, der skal anlægges efter samme System ad Rigi-Scheidegg til; videre og mere udstrakt blev det Parti, man kunde overse, indad til opad og over de mange Bakker, der herfra følge den ene efter den anden lige op til Kulmen, udad til over Søen, der nu allerede paa Grund af den Højde, hvori vi befandt os over den, syntes svundet ind til en smal Stribe, som bugtede og slyngede sig mellem de mange Udløbere fra Bjergene

rundt omkring. Det er som om Bjerget her havde skiftet Natur; man er kommen op over de vilde Partier med deres kantede og knudrede Stenmasser, op paa en Højslette, der ganske vist i det hele stiger lige saa stærkt som hidtil, men hvor dog jevne Strækninger paa flere Hundrede Alens Længde og Brede skyde sig ind mellem Bakkestrøgene, ofte med forholdsvis ringe Heldning. Paa et saadant Sted ligger den tredie Station, Kaltbad, eller rettere her ligger et overordentlig stort og rigt udstyret Hotel, for hvis Skyld der gjøres Holdt ved et uanseligt Træhus, der har Navn af Stationsbygning.

Saasnart Toget holder, tilbyde en Mængde Førere her deres Tjeneste til dem, der fra nu af hellere ville gjøre Turen op til Kulmen til Fods eller til Hest over de mange maleriske Stier, der føre derop, end følge Jernbanen, ved hvis Anlæg der ikke har kunnet tages Hensyn til de kjønneste Udsigter. Der begynder altsaa her en Række Alpepartier, snart en enkelt Person, der trods sin opknappede Vest og det, at han viser sig i Skjorteærmer, sveder forfærdeligt, men dog absolut skal hoppe omkring og indtage Stillinger med sin lange Alpestok, der er indbrændt med Navnene paa de Steder, hvor han har været, eller hvor han først skal hen — thi det er det snedige, at man paa ethvert Sted dernede kan faa alle mulige Navne brændte ind i sin Stok — snart et helt Selskab af Herrer og Damer, alle meget ivrige ialfald til at begynde med, alle meget varme, alle med de tre Alen lange Stokke. Mageligere er det imidlertid at forblive i Jernbanevognen, og nok er der at se endda, ikke mindst da Banen selv, der heroppe netop gjør ikke saa faa overraskende Svingninger, inden den naar Stationen Staffelhöhe, foran hvilken der er bygget et ret anseligt Snetag over Banen. Ogsaa her er Hotel, ogsaa her er der Førere, ogsaa her er der Vrimmel af Rigigjæster, gaaende, ridende, baarne, — ogsaa her er der kjønt, men ogsaa her foretrække vi at blive i vor Vogn.

Saa damper Toget da herfra, og nu gjælder det i et Kvarterstid at naa den sidste og højest beliggende Station Rigi-Kulm; Vejen fører ofte langs ret betydelige Kløfter, enkelte Gange langs virkelige Afgrunde, og hvad der slet ikke er hyggeligt, paa flere Steder er Dæmningen, hvorpaa Sporet ligger, skredet ud, saaledes at forstaa, at enkelte af de Sten, der langs Affaldets øverste Stykke danne en muret Væg, som skulde holde paa Dæmningen, have givet efter og ere rullede ned. Derved har saa naturligvis igjen den løse Jord, de skulde holde paa, tabt sin Understøtning; den er gaaet bag efter, Svellerne ere traadte frem i deres hele Nøgenhed, den yderste Skinne hænger imellem dem uden Underlag, — kort sagt, det er nok ganske karakteristisk, det hele der, men man ønsker sig dog, at man var vel forbi. Det varer da heldigvis heller ikke ret længe, inden Damppiben lyder, og saa er man paa Kulmen.

En Skildring af den hele glimrende Udsigt deroppe fra, Livet deroppe og Forholdene der, hører ikke herhen; nok er det, at det er værdt at komme derop, men ganske vist er det ogsaa, at naar der er saa varmt, som da vi var der, og naar der er Udsigt til længere nede at komme noget i Skygge, saa længes man efter at komme ned, og saa ofrer man noget af de 5—6 Timer, hvori man kan opholde sig deroppe, inden sidste Tog gaar ned igjen, for at kunne sidde i Skygge og Kjølighed noget længere nede og dog have en Række mageløse Udsigter for sig. Vi oppebiede da altsaa ikke Affarten af sidste Tog deroppe fra, men gik nedad og vare ved Kaltbad Stationen, da Toget eller rettere Togene kom dertil.

Som alt anført ligger Kaltbad paa et Plateau, og Forholdene ere saaledes, at Banen kommer ned mod dette Plateau og gaar derfra igjen med Maximumsstigning. Staar man udenfor Stationsbygningen, saa har man altsaa

til begge Sider Skraaplanet i hele sin stærkeste Heldning for sig, og det er saa heldigt, at man til begge Sider kan iagttage Krumningerne, hvori det løber over. Uden vort Vidende havde vi følgelig faaet et Opholdssted, der var saa gunstigt for Betragtningen af Togenes Nedfart, som vel tænkes kunde.

Klokken 5 skulde Toget være ved Stationen; nogle Minuter før kunde vi altsaa vente at høre Signalerne deroppe fra, at det var i Anmarsch. Ganske rigtigt, den forunderlig lange Tone, Signalhornet giver paa Grund af den Tunge, der er sat ind i det, ligesom i de Blikhorn, man hos os giver Smaadrenge til Legetøj, — den lød deroppe bag Skrænten. Et Øjeblik efter kom Banevogteren frem om Hjørnet, strax efter viste Røgen fra Skorstenen sig over Skrænten, og nu fulgtes de nedad, Vogteren først, Toget bagefter. Det maa være en besværlig Tur for ham saadan at spadsere nedad foran Toget, thi altid maa han sørge for, at han samtidig kan se Toget og hele Sporstrækningen indtil næste Krumning; han maa altsaa skynde sig forud for at naa Krumningen saa betids, at han kan overse den, inden Toget endnu er ifærd med at løbe ind paa den; den Tur gjør han fire Gange om Dagen; som sagt, han kom da nu nedad i temmelig stærk Marsch, og bagefter kom Toget. Det kommer ned med betydelig mere Larm, end naar det gaar op. Som man nemlig vil erindre, gaar det ikke ned ført af Dampkraften; det gaar ned drevet af dets egen Vægt, men det følger af sig selv, at alle Maskinens arbejdende Dele alligevel løbe rundt, nu satte i Gang af Tandhjulet, hvis Tænder gribe fat i Tandstangen. Den samme Klapren som før er altsaa her tilstede, men dertil kommer endnu den Spektakel, Dampen gjør. Da nemlig den Mulighed er tilstede, at Dampen kan blive anvendt under Farten som Kontradamp, maa der hele Tiden være fuld Dampspænding oppe, eller med andre Ord, der udvikles hele Tiden Damp, som dog ikke forbruges af Maskinen. Denne Damp ledes nu ud igjennem et Rør, der munder ud lige foran den venstre Dampcylinder (Fig. 154 lige over Hjulet til højre), og medens den træder ud derfra frembringer den en snurrende Lyd, der lyder som naar Damp ellers gaar ud gjennem Ventilhullerne, her dog en Del stærkere.

Pustende af fuld Hals kommer Toget da nu altsaa ned, fløjter som sædvanligt, før det naar Stationen, skurer derefter stærkt mod Bremserne og standser saa temmelig hurtigt. Det første Tog er udelukkende Godstog, svarende til, at dette var sidst opad; kort efter viser det næste Tog sig oppe bag Skrænten, Godstoget kjører da afsted, og saaledes gjør det ene Tog Plads for det andet. Vi kom ogsaa denne Gang i sidste Vogn, haabende at der derved skulde gives os Lejlighed til engang imellem at kunne se de første Tog, naar de vare paa en anden Kurve, end vi selv. Det blev dog ikke Tilfældet, vi saa intet til dem, før vi efter en Times Forløb alle samledes ved Vitznau.

Her begyndte igjen den samme Trængsel som sidst for at komme over til Damperen, der denne Gang var endnu mere overfyldt end om Morgenen. Vi saa efter vor Hollænder, om han ikke skulde være kommen med; men han var der ikke, han var bleven oppe paa Kulmen for at se Solen staa op. Om Natten begyndte imidlertid et forskrækkeligt Uvejr; Lyn og Torden fulgte Slag i Slag og endnu næste Eftermiddag regnede det, saa man fra Hotelvinduerne aldeles ikke kunde endog blot nogenlunde se Bjergets Omrids. Han havde altsaa ikke faaet meget af Sol at se. Et Par Dage efter mødte vi ham paa Stationen i Bern, og det følger af sig selv, at han da blev modtaget med: „Naa, hvordan saa den saa ud“; der vilde han imidlertid ikke have med os at gjøre, han skyndte sig at dukke Hovedet ned mod Billethullet og manøvrerede saaledes, at vi ikke mere traf ham.

Om nu Rigibanen kan betale sig? Ja, i det mindste hidtil har den betalt sig godt. Den aabnes sidst i Maj og holder op at kjøre fra 1ste Oktober; nu har den været i Drift paa tredie Aar, dog saaledes, at det sidste Stykke, Staffelhöhe-Kulm, først iaar er kommet med. I den Tid har den givet, i første Aar 18 pCt., i andet 15; men Konfluxen er jo ogsaa stor, og Taxten er ingenlunde billig. Syv Francs for Turen op, og det halve for at komme ned, eller altsaa ialt circa 4 Rdl. dansk, det er en temmelig glubende Betaling.

Et System, som rigtignok ikke endnu har været underkastet praktisk Prøvelse, og om hvilket der altsaa ikke lader sig afsige nogen endelig Dom, fortjener dog paa Grund af sin Originalitet her at anføres. Det er det af Schweizeren Wetli i 1868 foreslaaede, og som han nærmest tænkte sig bragt i Anvendelse paa Alpebanerne, især St. Gotthardsbanen, men som han dog ogsaa mener med Fordel vil kunne anvendes paa saadanne Punkter af de almindelige Baner, hvor Forholdene frembyde nogen Vanskelighed, især i Henseende til Stigningerne. Man vil maaske sige, at det samme lige saa godt kunde opnaaes ved de alt omtalte Systemer, for saa vidt man paa de vanskelige Punkter kunde lægge en Midtskinne, og saa lade de horizontale Hjul paa Fells Maskine eller Tandhjulet paa Rickenbachs Maskine begynde at tage fat her; men Wetli mener dog udaf sine Beregninger at kunne godtgjøre, at hans System her har en stor Fordel fremfor de øvrige, idet den Modstand, hans Hjul indfører, skal være forholdsvis ubetydelig i Sammenligning med den, de andre Systemer medføre.

Hans System skal da altsaa være et universalt System, anvendeligt under alle Forhold, saaledes at forstaa at hvor Banerne kun have ringe Stigning, og hvor der altsaa slet ikke skal gjøres Forandringer i hvad som alt bestaar, der løber Maskinen som sædvanlig med stor Hastighed; men gaar Toget over paa en stærk Heldning, saa reduceres blot Hastigheden, men saa forøges til Gjengjæld Trækkekraften.

Maskinen arbejder derfor ligesom Fells Maskine paa dobbelt Maade, nemlig for det første som almindelig Maskine paa fire Hjul, der løber paa to parallele Skinnerækker og holdes fast paa dem ved Hjælp af Flancher;

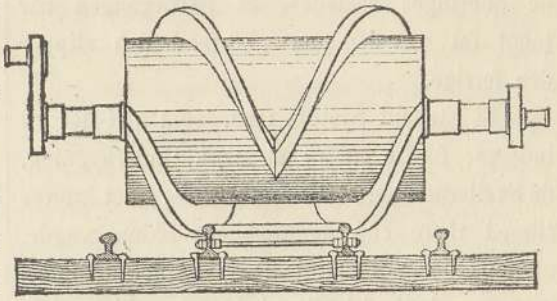


Fig. 155.

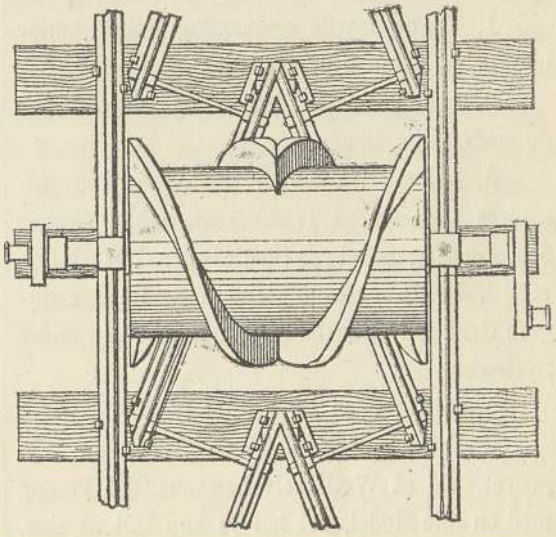


Fig. 156.
Wetlis Spiralhjul og Ledeskinner.

men dernæst er den forsynet med et særegent Maskineri til, som sætter Spiralhjulene, som han kalder dem, i Gang, naar det behøves. Disse Spiralhjul, af hvilke Figurerne 155 og 156 give et Par Afbildninger, ere, som man ser, snarere Valser end Hjul. Der er paa hvert Hjul anbragt to Par stærke Skruegænger, af hvilke det ene er drejet til højre, det andet til venstre; de løbe sammen midt paa Hjulet

og danne der to Spidser. Støttepunkterne for disse Gænger afgives nu af de mellem de parallele Skinner anbragte Ledeskinner, der løbe sammen midt i Sporet. Mod deres Sideflader skulle Gængerne støtte, idet Hjulet drives rundt af Dampkraften; Ledeskinnernes Stilling er altsaa givet ved Størrelsen af Hjulets Omkreds og Skruegangens Højde, men naturligvis maa de anbringes saaledes, at Skruegangen har taget fat paa den næste, førend den slipper den forrige.

Et saadant System maa, som det let vil indsees, fordre en meget stærk Underbygning, da Svellerne ellers ville forskyde sig; det kræver tilmed mere end den dobbelte Skinnelængde, af hvad de andre Midtskinnesystemer udfordre, men saa skulle til Gjengjæld følgende Fordele opnaaes:

1, Vogne fra de sædvanlige Baner kunne uden videre gaa over paa disse.

2, Lokomotiverne kunne ogsaa løbe paa de sædvanlige Baner.

3, Lokomotivernes Virkemaade kan afændres saaledes, at Trækkekraften kan forøges overordentlig meget paa Hastighedens Bekostning.

4, Driftsomkostningerne voxe i langt ringere Grad med Banens Stigning, end ved andre Systemer.

5, Sikkerheden lider intet Skaar.

Praktisk er Systemet som sagt endnu ikke prøvet, thi at Wetli selv har anstillet Forsøg med en lille Model, det har jo kun lidt at sige. En grundig theoretisk Bedømmelse har det derimod faaet af Professorerne Culman, Zeuner og Veith i Zürich, og de mene, at det er udførligt, og at Driften ikke vil volde ret megen Vanskelighed. Naturligvis have de samtidig fremhævet alle de mulige Indvendinger, der lade sig gjøre imod det; vi kunne dog ikke opholde os ved dem her, det er jo her kun en Fremstilling af Systemets Grundtræk, det gjælder.

Imedens disse Systemer ved at afændre hele Fremdrivningsmethoden søge at indføre Fortrin baade i Retning af Kraft og Sikkerhed, saa gaar det, vi nu skulle betragte, ud paa at give Toget en stor Bevægelighed, saa at det med Lethed kan løbe hen over selv meget skarpe Krumninger. Forandringen ligger som Følge deraf ikke i Maskinen alene men i alle Vognenes Understillinger. Det er Arnoux, som har foreslaaet det, og faaet det bragt i Anvendelse paa Banerne Paris-Sceaux og Paris-Orsay, hvor det har gjort god Tjeneste.

I dette System har som sædvanlig hver Vogn fire Hjul, men medens Hjulene paa alle andre Jernbanevogne sidde fast paa Axlerne, saa løbe de her løst paa Axlerne ligesom paa almindelige Arbejdsvogne. Hertil kommer saa endnu, at Axlerne selv kunne dreje sig i det vandrette Plan, idet der nemlig ganske som paa vore almindelige Vognes Foraxel er lagt en Bolt op igjennem Vognen, hvorom Axlen drejer sig, — med andre Ord, alt det, som vi tidligere have paapeget, at man var nødt til at undgaa, forat Toget ikke skulde løbe af Skinnerne, det har Arnoux netop beholdt, men det forstaar sig da saa ogsaa naturligvis af sig selv, at han til Gjengjæld ved særegne Midler har sørget for, at en saadan Ulempe ikke kan indtræffe. Dette har han gjort paa følgende Maade.

I fast Forbindelse med Hjulaxlen har han anbragt et Tværstykke, som ved hver Ende deler sig i en Gaffel; i Endepunktet af hver af de fire saaledes fremkomne Gaffelgrene, har han lagt en ny Axel, der bærer et skraat stillet Hjul (se Figur 157), saa at der altsaa i det hele taget bliver sex Hjul for hver Vognaxel, to almindelige Hjul med Flanche, der løbe paa Skinnerne, og fire skraat stillede, der ligge an mod Indersiden af Skinnerne, eller hvad der er det samme paa hver Side findes der tre Hjul, et lodretstaaende og to skraa, det første midt imellem de to sidste. Løber Toget nu ind paa

en Krumning, saa indsees det, at de fire skraa Hjul ville forhindre Hjulaxlen fra at dreje sig hen i en anden Stilling, end den, der er Forlængelsen af Krumningens Radius paa det Sted (normal til Kurven); den indtager altsaa i hvert Øjeblik netop den Stilling, den bør have,

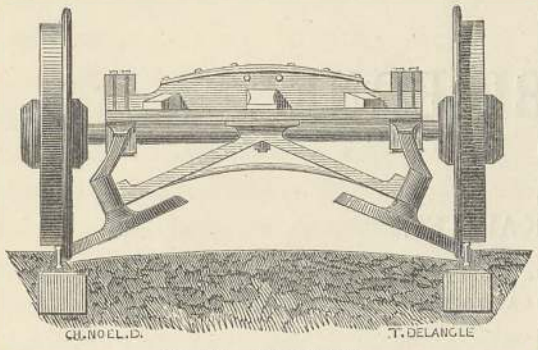


Fig. 157. Arnoux's Hjul.

der er ikke Tale om, at noget af Hjulene slæber, der er kort sagt, hvad der bør være, men hvad man rigtignok heller ikke uden en saa kompliceret Indretning kan opnaa. Denne Komplikation og de deraf følgende store Vedligeholdelsesomkostninger er imidlertid netop den ene af Systemets svage Sider; den anden er den, at Hjulene som Følge af deres Bevægelighed ikke kunne sammenkobles, saa at man altsaa i Henseende til Trækkekraft ikke kan komme saa vidt som ellers; det kan derfor kun bruges til lette Træn.

Vi have endnu at bemærke, at Systemet med faststaaende Maskiner endnu stadig gjør Tjeneste paa mange Steder, hvor Stigningerne ere stejle. Det er allerede fra Omtalen af St. Etiennebanen (Side 223 og 224) bekjendt, hvorledes den arbejder; man ved, at Bevægelsen fremkaldes ved Tove, som af en eller flere faststaaende Dampmaskiner hales ind til det Sted, hvor Maskinen staar, og saa tage de Vogne med sig, som ere bundne fast til dem; man vil indse, at der i de hertil fornødne Dispositioner kan gjøres en og anden Variation; — naar vi da nu bemærke, at saadant er sket, saa vil man vist fritage os fra at gaa nærmere ind herpaa, thi der er her i ingen Henseende noget usædvanligt at se eller høre, det gaar saa simpelt og ligefrem til, at enhver med største Lethed vil kunne forstaa Sammenhængen. Vi indskrænke os da altsaa til at slaa fast, at de stationære Maskiner paa mange Steder trække Vogne frem, og gaa derefter over til i et sidste Afsnit at meddele hvad der endnu forekommer os værd at lægge Mærke til i Dampmaskinens Historie.

LOKOMOBILERNE.

FØRSTE KAPITEL.

LOKOMOBILERNES FREMKOMST. — LOKOMOBILER TIL INDUSTRIELT BRUG. — HERMANN-LACHAPELLE. LANDBRUGSLOKOMOBILET. — CALLA. — CLAYTON, SHUTTLEWORTH & COMP.

Vi have i det foregaaende ofte haft Lejlighed til at bemærke, at Dampmaskinen lige fra dens første Fremkomst har maattet lide Afændringer i Konstruktion, der alt medens Grundprinciperne bleve beholdte, dog gjorde det muligt i hvert enkelt Tilfælde særlig at lade den opfylde visse bestemte Krav, hvad enten disse nu vare begrundede i Tilfældigheder, saasom Hensyn til Plads og deraf nødvendiggjort Omlægning af Maskindelene, eller gik i Retning af helt nye Anvendelser, som det store Spring, der ligger i Overgangen fra stationære (Fabriksmaskiner) til selvbevægelige Fremdrivningsmaskiner (Dampskibs- og Lokomotivmaskiner). Tilbage staar at omtale de Modifikationer, eller lad os hellere sige Konstruktioner, som gaa ud paa at gjøre Maskinerne transportable, saaledes at forstaa, at de, saalænge de arbejde, staa stille, eller hvis det er Meningen, at de skulle kunne flytte sig selv, saa dog i ethvert Tilfælde ikke skulle være afhængige af et Spor, saaledes som Lokomotivet er det, men skulle kunne arbejde sig frem ad vore almindelige Landeveje uden at lægge den øvrige Færdsel Hindringer i Vejen. Der skal med andre Ord i dette Afsnit være Tale om de Maskiner, der kaldes Lokomobiler, i hvilket Navn deres transportable Karakter er angivet, baade de stationære ɔ: dem, som bruges i Industriens og Landbrugets Tjeneste, og de saakaldte Vejlokomotiver.

At det Krav skal kunne stilles til en Dampmaskine, som bruges i Industriens Tjeneste, at den skal være transportabel, det kan maaske ved første Øjekast synes noget underligt, men vil man ved Industri ikke netop forstaa Fabrikdrift alene, saa vil det let indsees, at den Tid meget snart maatte komme, da saadanne Krav bleve uafviselige. Da nemlig Maskinen var kommen ind i Fabrikerne, og da den havde vist, hvor uhyre en Nytte den kunde gjøre der, da maatte jo nødvendigvis det Spørgsmaal komme frem, skal da en saa fortræffelig Motor ikke ogsaa kunne hjælpe os i de mangfoldige Tilfælde, hvor vi i kort Tid have en stor Kraft nødig et givet Sted, og derefter skulle et andet Sted hen og udføre det samme Arbejde, som naar der f. Ex. er Tale om Udtørringsarbejder eller Nedramning af Pæle, Løften af store Byrder ved Opførelsen af nye Bygninger, eller Savning i Skovene selv el. lign., ja endogsaa i visse Tilfælde ved Fabrikanlæg, f. Ex. naar disse ere saa nær ved et Fæstningsterræn, at det ikke kan tilstedes at opføre massive Kjedel-

eller Skorstensmure. I saa Tilfælde kom Spørgsmaalet op, og det kunde naturligvis ikke løses paa den Maade, at man blot tog Kjedlen paa en Vogn og Maskinen paa en anden og saa trak afsted med dem, thi det var upraktisk; der maatte træffes andre Dispositioner, først og fremmest maatte da f. Ex. Kjedel og Maskine udgjøre et.

Men der kom endnu en hel Klasse af Arbejder med, som maatte kunne, og som kan udføres ved Dampmaskinens Hjælp, vi mene Landboarbejderne, Pløjning, Tærkning, Hakning o. s. v. Det kunde jo da heller ikke være andet, end at man ogsaa i disse Retninger maatte komme til at ønske den Hjælp af Dampmaskinen, som man i saa fortrinlig en Grad saa ydet i enhver anden Industri; thi det er da vistnok, at enhver Landbodrift i sit Væsen aldeles ikke er forskjellig fra et industrielt Etablissement. I det sidste fabrikerer man Tøjer af animalske eller vegetabilske Bestanddele, — af Kludene fabrikerer man Papir — af Kul laver man Gas — af Ler og Porcellænjord Fajance og Porcellæn — af Metallerne Værktøj, Luxus- og Brugsgjenstande — kort sagt af Raamaterialier i enhver Retning laver man ved Naturkræfternes Hjælp de utallige Frembringelser, der til daglig Brug gaa under Navnet Industriprodukter; men arbejder man ikke ved de selv samme Kræfters Hjælp i Landbodriften, gjør man der andet end det selv samme, at omdanne, forarbejde, tilvirke eller hvad man nu vil kalde det, de Raamaterialier, Jorden direkte eller indirekte leverer, gaar man ikke der ud paa det samme, ved Arbejde af en eller anden Art at forskaffe Raastoffet en større Værdi, end det har som Raastof? Er det da nu saadan, saa maatte man jo nødvendigvis ledes ind paa det Ræsonnement: kan ikke Landboindustrien betjene sig af de samme mekaniske Kræfter, som enhver anden Industri med Fordel benytter, kan ikke den Maskine, der mer end hundredefold fordobler Arbejdskraften i Fabrikerne, kan ikke ogsaa den med lige saa stor Fordel benyttes i Landbruget, naturligvis med tilbørligt Hensyn til det specielle i den Slags Arbejder.

Det er Amerikanerne, der først have set Sagen paa den Maade. Paa deres uhyre Landstrækninger, hvor Befolkningen var meget tynd og spredt, og hvor Muskelkraften følgelig var kostbar, der opfordrede alt til at forsøge Brugen af Maskiner. Der er da Tanken undfanget, og der er den med amerikansk Driftighed meget snart sat i Scene; der er allerede i Aarhundredets Begyndelse Opdyrkningen begyndt ved Hjælp af mekaniske Apparater af den forskjelligste Art, alle dog baserede paa at indskrænke den levende Arbejdskraft til det mindst mulige. Som den stærkeste af alle Kraftmaskiner kom Dampmaskinen her med, og det viste sig snart, at den ogsaa i denne Anvendelse ydede meget betydelige Tjenester.

Efter Amerika slog først England ind paa samme Vej. I England, hvor Jorderne ere fordelte paa et forholdsvis ringe Antal Hænder, der raade over betydelige Kapitaler, der var, bedre end noget andet Sted i Europa, den Plads, hvor en paa en udstrakt Brug af Maskiner baseret Agerdyrkning maatte have Udsigt til at trænge igjennem. Der har da ogsaa ikke blot Fabrikationen, men ogsaa Brugen af Agerdyrkningsmaskiner i kort Tid hævet sig til en særdeles betydelig Højde, der har man allerede i mange Aar rundt om paa de store Ejendomme kunnet se Muskelkraften afløst af mekaniske Apparater, der baade saa, meje og tærske Kornet, sprede Gjødningen, forfærdige Drænrør o. s. v. o. s. v. Derfra er Turen saa igjen kommen til de øvrige europæiske Lande, Frankrig, Belgien, Tyskland o. s. v., men intetsteds har det hele naaet den Udvikling som netop der. —

Nu følger det af sig selv, at Lokomobilet, saaledes som det maa være konstrueret for at kunne gjøre Fyldest i Landbruget, maa være i

Besiddelse af væsenlig andre Egenskaber, end dem, der fordes, naar det skal bruges i Industriens Tjeneste. Navnlig maa dets Bevægelighed, som det let sees, være meget større; det er nemlig klart, at en Maskine, der skal pumpe Vand op, løfte tunge Byrder o. s. v. og som altsaa kan ventes at ville forblive i det mindste nogle Dage paa et og samme Sted, at den kan taale at være mindre let bevægelig end en Maskine, der skal bruges til at pløje, meje, hakke o. s. v. og som tilmed i mangfoldige Tilfælde maa transporteres paa daarlige Markveje. Men adskillige andre Omstændigheder komme endnu her med baade i den ene og den anden Retning, saa det bliver nødvendigt, naar man vil have det rette Overblik, at sondre mellem saadanne Lokomobiler, som ere bestemte til Fabriksbrug og lign., og saadanne, der væsenligst ere Landbrugslokomobiler.

Lokomobiler af første Art maa nødvendigvis opfylde den Hovedfordring at være økonomiske og have en regelmæssig Gang; de maa derfor have alle de Forbedringer, de sædvanlige Dampmaskiner have, maa altsaa være temmelig komplicerede og følgelig kræve en øvet Maskinist til deres Pasning. Da de i Reglen kun forflyttes lidt ad Gangen og paa gode Veje, er deres Lethed i Retning af Transport en Bisag. Det kan derfor meget godt være, at de slet ikke engang ere forsynede med Hjul, men altsaa ligefrem maa kjøres paa Vogne eller Ruller fra Sted til Sted; paa den anden Side har man ogsaa set dem selvbevægelige, saa at deres egen Maskinkraft har trukket dem frem; i de fleste Tilfælde ere de dog vel forsynede med smaa Støbejernshjul af fra 12 til 15 Tommers Diameter, og de trækkes da frem af et Par Heste.

Som Exempel paa dem afbilde vi her i Figur 158 det, der er konstrueret af Fabrikanten Hermann-Lachapelle i Paris. Det mest iøjnefaldende ved dette Lokomobil er det, at Kjedel og Maskine ere adskilte, eller rettere at Kjedlen ikke, saaledes som i Landbrugslokomobilerne, bærer Vægten af selve Maskinen. Som man ser er navnlig den store Cylinder, der optager hele Midtpartiet, og hvori Kjedlen findes, aldeles adskilt fra de to Søjler paa Siderne, af hvilke den ene bærer Dampcylinderen, den anden Fødepumpen, medens det Tværstykke, der forbinder dem foroven, afgiver Lejer til Axlen.

Selve Kjedlen og dens ejendommelige Kogerør skulle vi strax omtale, her give vi først en kort Beskrivelse af Maskinen, der som alle andre Lokomobilmaskiner er en Højtryksmaskine. Dampen kommer da ind i Cylinderen D gjennem Damprøret F, som kan lukkes ved Hanen E; P Q er Glideren, der ved P' Q er forsynet med et Apparat, som tillader at afændre Expansionen. Naar Dampen har virket, ledes den af Afløbsrøret gjennem Forsyningsvandet, som den altsaa bidrager til at opvarme, og derfra op i Skorstenen (O Fig. 159), hvor den, ligesom i Lokomotiverne, virker med til at forøge Trækken. Paa Søjlen til venstre ser man ved G Fødepumpen, der gjennem det med Hanen I forsynede Rør suger Forsyningsvandet op og derefter igjennem det andet Rør presser det ind i Kjedlen. Pumpen drives af Plejlstangen R R. B er Glasvandstandsmaaleren, der ved S har en Udblæsningshane, som tjener til at se, om den er i Orden; M, A, M og T ere Sikkerhedsventilerne og deres Vægte, K Trykmaaleren. Over Søjlernes Forbindelsesstykke sees Maskinaxlen, som ligger i to Broncepandelejer; den sættes paa sædvanlig Maade i Rotation ved en Plejlstang fra Stempelstangen; V er Svinghjulet, der samtidig tjener som Remskive. Ved Trækstangen O N kan Regulatoren, en almindelig Wattsk Centrifugalregulator, virke paa det i Røret F anbragte Spjæld. Y endelig er Pladen for Mandehullet, Z Pladen for et paa Kjedlens nederste Del anbragt Hul, med hvilket

Hensigten er at kunne komme til at tømme Kjedlen og se den og Kogerørene efter nedenfra. viser dem sete ovenfra. N er Vandspejlet; fra Dampkuppelen deroven over udgaar Damprøret

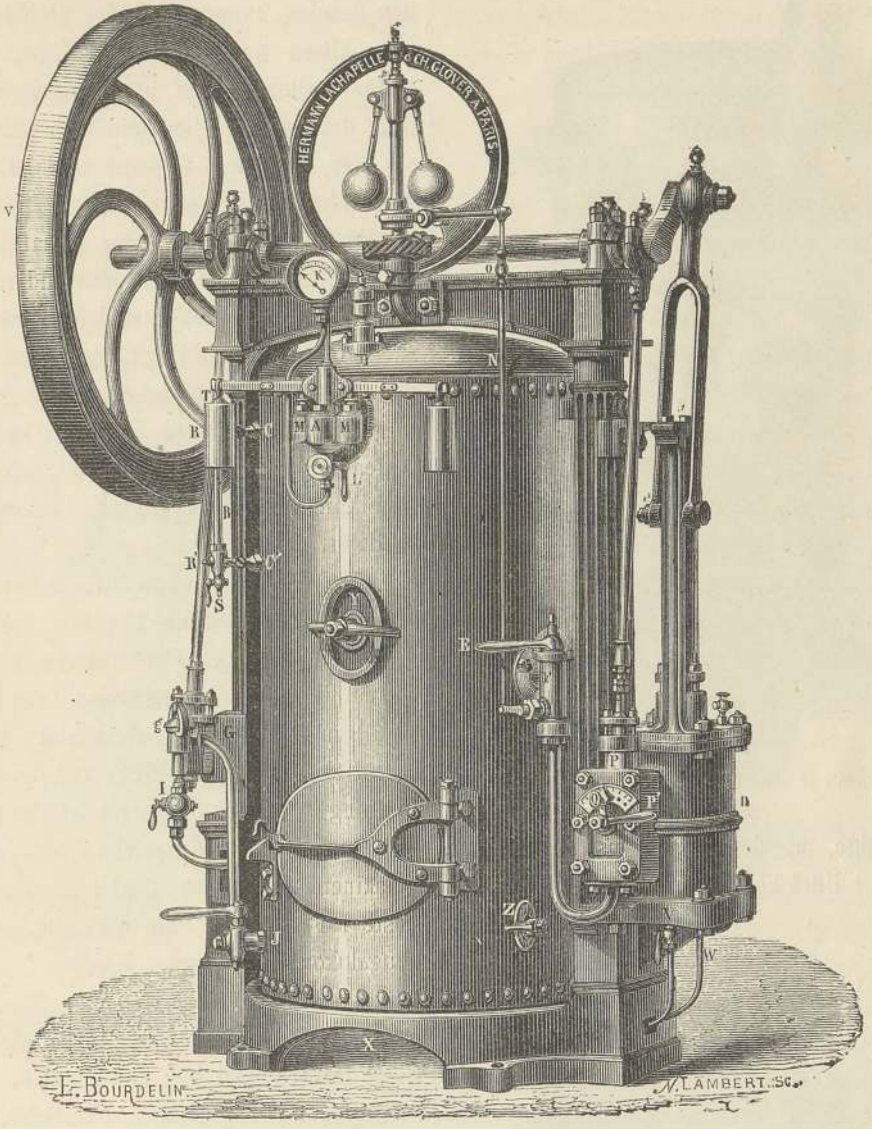


Fig. 158. Hermann-Lachapelles Lokomobil.

Hvad Kjedlen angaar, da vil dens Indretning forstaaes af Figurerne 159 og 160, af hvilke den første viser et vertikalt, den anden et horizontalt Gjennemsnit af den. A, B og C ere i begge Figurerne Kjedeldøre paa Kjedlens øverste, mellemste og nederste Parti, B særlig lige ud for Kogerørene, som i Fig. 159 sees i Gjennemsnit ved V, V, V, medens Fig. 160 D, der leder Dampen til Cylinderen. E er Fyrdøren, G Risten, F en Sokkel, som bærer Kjedlen og Risten, XX selve Kjedlens ydre Vægge, Y, Y de indre, eller hvad der er det samme Ildstedets Vægge.

For Landbrugslokomobilet er, som alt anført, Lethed i Transport, selv paa daarlige Veje, den første og vigtigste Betingelse. Deraf

følger altsaa, at dets Vægt nødig maa overskride en Størrelse af nogle faa Tons, og deraf

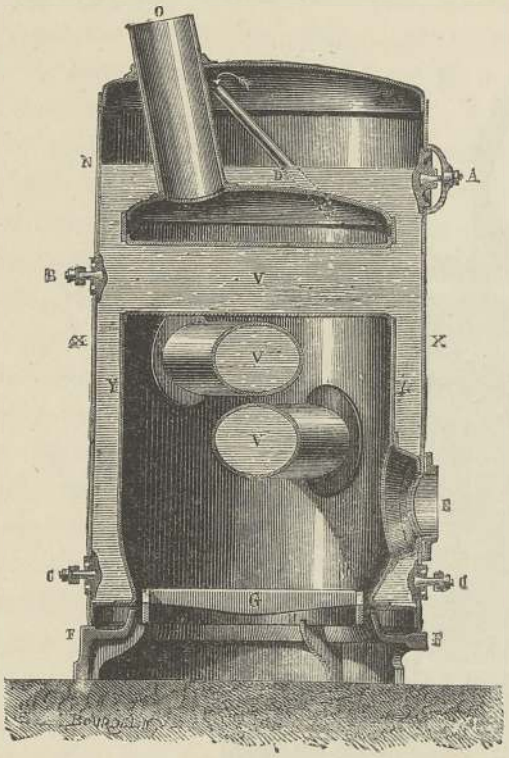


Fig. 159.
Længdegjennemsnit af Hermann-Lachapelles Kjedel og Kogerør.

følger tillige, at det i sin Konstruktion maa være meget lidet kompliceret, hvilket da ogsaa

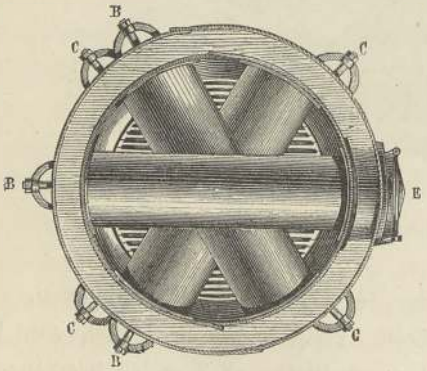


Fig. 160. Vandret Gjennemsnit af samme.

af den Grund er en nødvendig Forudsætning, at det i Regelen ikke kan faa nogen øvet Maskinist til sin Pasning. Det maa være let at skille ad og let at sætte sammen, let at reparere og let at lave et nyt Stykke til, saa at en nogenlunde dygtig Landsbysmed kan paatage sig ialfald de simpleste af de Arbejder, der i den Retning kunne forefalde; Støbejernsstykker maa altsaa nødig findes paa det. Det maa tillige hellere bruge noget rigeligt Brændsel, naar det saa til Gjengjæld kan staa og passe sig selv, end være forsynet med kulbesparende Apparater og indrettet paa at producere en rigelig Mængde Damp, naar et uafbrudt Tilsyn af den Grund skulde være nødvendigt. Endelig maa det være indrettet saaledes, at det vanskelig tager Skade af Regn, og at det er stærkt, det vil sige ikke springer; thi det er en Selvfølge, at Sprængninger og de Ulykker, de give Anledning til, i meget høj Grad ville forurolige Befolkningen og gjøre dem betænkelige overfor saadanne Maskiner.

Vi skulle nu exempelvis beskrive Indretningen af et saadant Landbrugslokomobil og derefter omtale et Par enkelte af de Ejendommeligheder i Konstruktion, der knytte sig til de mest bekjendte Fabrikanters Maskiner.

Det Lokomobil, Figur 161 giver en Afbildning af, er konstrueret af Calla i Paris, en Mand hvem det meget skyldes, at Dampmaskinen er kommen med i Landbrugets Tjeneste i Frankrig. Som paa alle andre Landbrugslokomobiler ligger Kjedlen, — en Rørkjedel med 8—10 Rør — ned, ganske ligesom paa Lokomotiverne. Damprøret udgaar fra en Slags Dampkuppel bag paa Kjedlen, idet denne nemlig er udvidet omkring Fyrstedet. Dampen træder da altsaa derfra ind i Cylinderen A, og nu tager paa sædvanlig Maade Stemplet Stempelstangen og Plejlstangen B med sig og driver ved Hjælp af en Krumtap Maskinaxlen C og dermed igjen Remskiven V, der tillige tjener som Svinghjul, rundt. Den forbrugte Damp ledes fra Glideren, som sees hvilende paa Kjedlen under Cylinderen, gjennem et langs Kjedlens Overkant anbragt Rør ind i Skorstenen, hvor det virker som det almindelige

Udblæsningsrør; man ser et Stykke af det i Figuren lige til venstre for Skorstenens nederste Parti. D er Fødepumpen, der gjennem Sugerøret E trækker Vand op fra en eller anden det Sted, hvor det i den Hensigt anbragte Hængsel findes, udmunder Udblæsningsrøret. —

Hvem der har bygget det første Lokomobil, det vides ikke, men saameget er vist, at Brugen

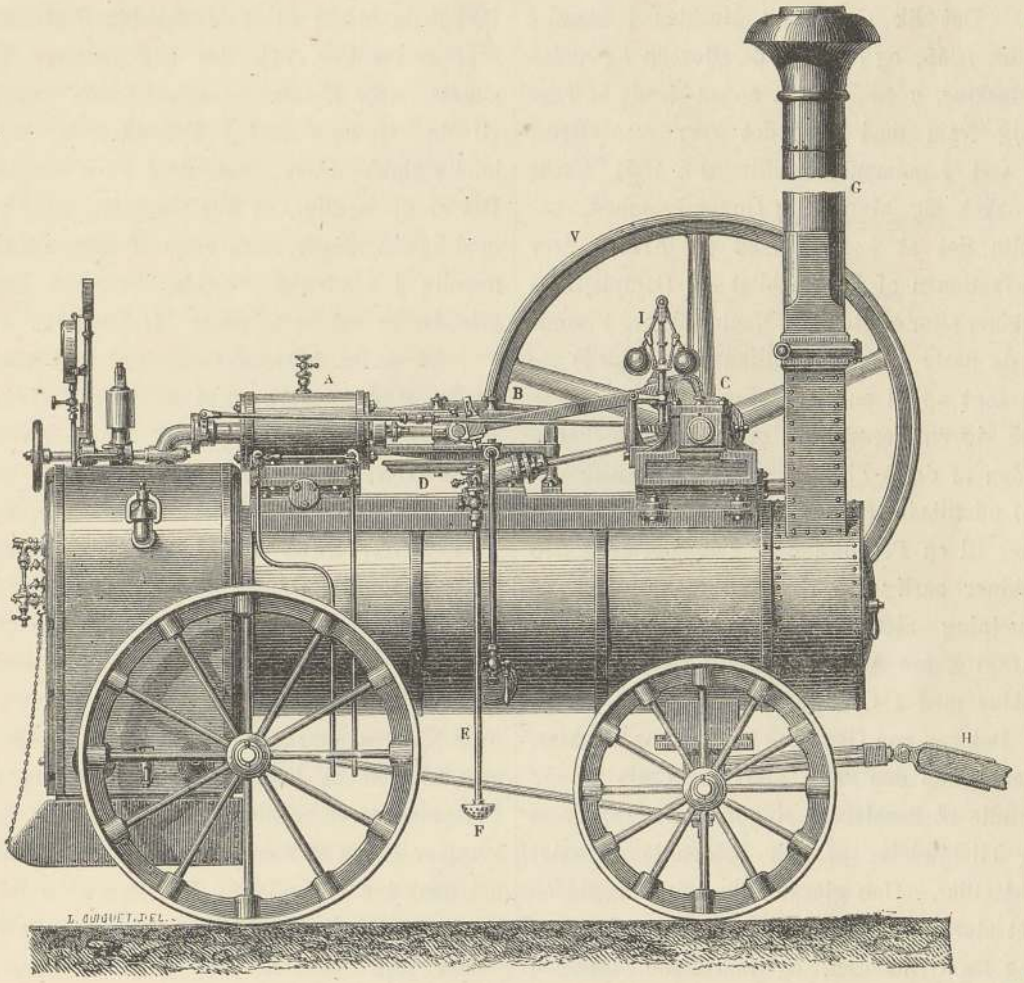


Fig. 161. Callas Lokomobil.

Vandbeholder; det ender ved F i en Bruse, hvis temmelig snevre Aabninger holde Sten og Smuds fra at trænge ind med. Fra Fødepumpens Overkant udgaar Forsyningsrøret, gjennem hvilket Vandet presses ind i Kjedlen noget over dens Bund. I er Watts Regulator, der ved en lang Trækstang sees at staa i Forbindelse med Spjældet paa Damprøret. G endelig er Skorstenen, der er indrettet paa at kunne slaas tilbage henover Kjedlen; lige under af den Slags Maskiner naar op til før 1840. I 1841 leverede Dean i Birmingham et, og i samme Aar kom der fra Howden i Boston et andet, som blev fremvist ved den af Lincolnshires Agerdyrkningsselskab foranstaltede Udstilling af Landbrugsgjenstande i Oktbr. 1841. Flere Fabrikanter have derefter i de nærmest følgende Aar leveret forskjellige Lokomobiler, men uden ialfald til at begynde med at have bragt det synderlig vidt dermed. Blandt disse

fortjener imidlertid Firmaet Clayton, Shuttleworth & Comp. i Lincoln særlig at omtales, dels fordi det saa tidlig har været med i stort Omfang, dels fordi det siden er naaet saa vidt, at dets Maskiner regnes for de ypperste af dem alle. Det fik sin første Maskine i Stand i Septbr. 1845, og leverede derefter en og anden ny Maskine, uden dog paa nogen Maade at rage særlig frem med hvad det gav; men efterat det ved Landmandsudstillingen i 1851 havde tiltrukket sig almindelig Opmærksomhed, begyndte det at komme med for Alvor, drev Fabrikationen af Lokomobiler og Damptærskemaskiner efter en storartet Maalestok, tog Præmie paa de fleste større Udstillinger, arbejdede sig kort sagt op til en Betydning, som man kan gjøre sig en Forestilling om, naar man hører, at den af dette Firma paa Pariserudstillingen 1867 udstillede Maskine havde Nr. 7562, hvilket svarer til en Produktion af gjennemsnitlig 470 Maskiner aarlig fra 1851 at regne, eller en Omsætning alene i denne Artikel af over 100,000 £ om Aaret (260 £ for en 8 Hestes Maskine med 1 Cylinder).

Det var paa Grundlag af Claytons Maskine, saaledes som den var i 1851, at Calla i 1852 begyndte at konstruere sine Maskiner, nærmest efter Tilskyndelse af den bekjendte Ingeniør Lechâtellier. Han gjorde Ildpaavirkningsfladen noget større, udvidede Dampgangene, der føre til og fra Cylinderen, og indrettede Maskinen paa at kunne arbejde med større Tryk; forresten frembød hans Maskiner hverken til at begynde med eller senere, da han i 1855 optraadte som Udstiller i Paris, nogen væsenlig ny Indretning. Man vil altsaa af Figur 161 kunne gjøre sig en Forestilling om, hvorledes Claytons Maskiner da vare. Derimod løb Clayton fra ham allerede i 1853, idet der paa de claytonske Maskiner var truffet en Disposition, som senere med en og anden Modifikation er anvendt af andre Konstruktører, og som bestod i, at Cylinderen og Glideren vare lagte ind i et Metalhylster, der igjen var anbragt i Kjedlens Røgkammer; Varmetab ved Afkjøling blev derved undgaaet. Denne Disposition forskaffede Firmaet første Præmie ved Udstillingen i Gloucester 1853. Senere har Clayton i Ildstedets Dækplade indsat en af de saakaldte Sikkerhedspropper (se Pag. 74), der her kommer til at smelte, naar Kjedlen mangler Vand; Dampen vil da strømme ned i Fyrstedet og meget hurtig slukke Ilden, saa at al Fare undgaaes. Det er øjensynligt, at den Garanti, dette yder mod Sprængninger, maa være af megen Værdi, navnlig i saadanne Tilfælde, hvor en Landarbejder er sat til at passe Maskinen.

Af andre bekjendte engelske Fabrikanter, skulle vi nævne Garrett & Son i Leiston, Ransomes & Sims og E. R. og F. Turner i Ipswich, Reading Iron Works i Reading, R. Hornsby & Son i Grantham og Marschall, Sons & Co. i Gainsborough. Deres Lokomobiler ere i det hele taget de claytonske meget lige, saa at dette kan siges at være typisk for alle de engelske Lokomobiler. Hornsby har lagt Cylinderen op i en over Kjedlen anbragt Dampkuppel i Stedet for som Clayton at lægge den i Skorstenen, og Forsyningsrøret er bleven lagt igjennem Røgkammeret, saa at Vandet opvarmes noget, inden det gaar ind i Kjedlen. Ransomes & Sims havde først indrettet Kjedlen saaledes, at Ildstedet med samt Rørene kunde trækkes ud ligesom en Skuffe, men da denne Anordning voldte adskillige Ulemper, have de senere opgivet den igjen. Om deres Maskiner, der i enkelte Tilfælde ere forsynede med Forvarmere, gjælder det, at de have en meget rolig og regelmæssig Gang, hvad navnlig ogsaa udmærker Garretts.

Det er da nu disse Fabrikanters Maskiner, der have afgivet Mønstrene for de øvrige Konstruktører, baade Englændere og Franskmænd og Tydskere. Mest selvstændig optræde rigtignok Franskmændene, og det kan ikke nægtes, at de

i enkelte Retninger have vidst at overgaa deres Læremestere, f. Ex. i en udstrakt Benyttelse af Dampkuppel, fremkommen ved at Kjedlen er forlænget et godt Stykke op over Fyrstedet, men gjennemgaaende turde dog de franske Lokomobiler staa tilbage for de engelske, navnlig hvad Undervognene angaar. Hjulene ere i Reglen for smaa og altfor svage; Kjedlen hænger for dybt, saa at det ved Transport paa opkjørte Veje ikke let kan undgaaes, at Askefaldskassen, ja selv om den er taget bort, endog de nederste Dele af Fyrstedet, komme til at slæbe paa Vejen. At der derimod er stor Elegance i Konstruktionen, — f. Ex. foranderlig Expansion endog under Gangen o. lign., hvad dog ganske vist ikke har meget at sige for Landbrugsmaskiner — og at de ere smagfuldt udførte, det kan ikke nægtes. Tydskerne derimod gaa ganske, og navnlig i de senere Aar mere og mere, efter de engelske Mønstre. Af franske Fabrikanter nævnes her Lotz ainé i Nantes, Gerard i Vierzon, Albaret & Comp. i Liancourt, Damey i Dole og Rouffet i Paris; af Tydskere Maskinfabrikerne i Darmstadt, Carlsruhe og Köln, Wens & Comp. i Berlin, Hambruch, Vollbaum & Comp. i Elbing, Schwartzkopff i Berlin og Ruffer & Schmidt i Breslau.

Det blev ovenfor anført, at den egentlige Udvikling først rigtig er begyndt omtrent ved 1850; som et Moment til Bedømmelsen af hvor hurtig det gik, hidsættes her følgende lille Tabel, der viser hvormange Pd. Kul de Maskiner, der ved de anførte Udstillingsprøver have vundet første og anden Præmie, have forbrugt pr. Hestekraft i hver Arbejdstime.

Aar.	Udstillingssted.	Kulforbrug i Timen pr. Hestekraft.	
		1ste Præmie.	2den Præmie.
1849	Norwich	10,50	11,78
1850	Exeter	7,56	7,77
1852	Lewes	4,66	5,45
1853	Gloucester	4,32	4,82
1854	Lincoln	4,55	5,10
1855	Carlisle	3,70	4,05
1856	Paris	3,60	4,00

ANDET KAPITEL.

DAMPKRAFTEN I LANDBRUGETS TJENESTE. — TÆRSKNING. — STIRLING. — ILDERTON & SMART. — OSLEY. MEIKLE. — SVENSK, SKOTSK OG ENGELSK TÆRSKEMASKINE. — DEN KOMBINEREDE DAMPTÆRSKEMASKINE. DAMPPLØJNING. — FOWLER. — SMITH. — HOWARD. BARRATS DAMPGRUBBER. — DAMPTROMLE. — VEJLOKOMOTIVER. — GURNEY. — DIETZ-SEGUIER. — LOTZ AINÉ. THOMSON. — VEJLOKOMOTIVET VENDSYSSEL.

Efter at have omtalt selve Lokomobilerne gaa vi nu over til at behandle de Arbejder, ved hvilke man benytter disse Maskiners Kraft, navnlig da til de særegne Arbejdsmaskiner, der udføre disse Arbejder.

Vi begynde med Tærskningen, et Arbejde, der nutildags spiller en helt forskjellig Rolle fra den, det havde i de ældste Tider. Da var det det vigtigste, ja i Grunden vel det eneste besværlige Arbejde i Agerbruget, thi man maa vel erindre, at alt hvad der nu koster saa store Anstrængelser, Jordens Behandling nemlig, det var i de varme og i høj Grad frugtbare Lande, hvor Agerdyrkning dengang alene fandtes, naturligvis en let Sag. Hvordan Tærskningen da gik til, ved man; Kornet lagdes ud paa en rund, godt jævn og haard Tærskeplads, og saa drev man Oxer omkring paa det, som derved traadte det af. En lignende Fremgangsmaade var endnu i 1844 i Brug i Omegnen af Avignon i det sydlige Frankrig. Paa en rund Tærskeplads af 60—100 Fods Tværmaal bleve Negene nemlig lagte ud i en Ring, det ene skraat

ovenpaa det andet med Axene opad, og efterat derpaa Baandene vare løste og Straaene bredte ud til Siderne, lod man Heste løbe rundt paa Straaene, styrede af en Mand, der sad i Midten og holdt Tømmerne; andre Mænd rystede imidlertid stadig op i Straaene. Naturligvis blev Kornet paa denne Maade blandet med Jord og Gjødning, meget blev traadt ned og meget knust, Straaet blev traadt i Stumper og fuld af Urenlighed, — kort sagt Methoden led af alle de Mangler, det vel var muligt.

Senere forlod man denne Maade at skille Kornet fra Halmen og brugte nu at trække tunge Kjøretøjer gjennem Sæden, saaledes at Trækdyrene selv gik udenfor Sæden. En meget gammel Tærskemaskine er saaledes en af tykke Planker sammentømret Slæde, paa hvis Underside var anbragt Stene og Jernstykker. Den blev ført rundt af Oxer eller Heste; Manden, som drev Dyrene, sad selv paa Slæden, ligesom den Mand, der leder Æltningen af Leret i Trosserne, sidder paa Vognen, som kjører rundt i Leret. Ved denne Methode, der endnu i 1848 var i Brug i Palæstina, blev Kornet vel holdt fri for Urenlighed, men Straaet skares saa til Gjengjæld meget itu.

Rimeligvis have de aller fleste Nationer i de tidligste Tider brugt lignende Fremgangsmaader ved Tærskningen, men ogsaa Plejlen er et meget gammelt Apparat. Romerne og Jøderne have brugt den, dog kun som en enkelt flad Stang; Normannerne derimod tilskrives Æren for den nu almindelig bekjendte Dobbeltplejl.

Det er som Efterligninger af Plejlen at de første egentlige Tærskemaskiner ere konstruerede. Den første engelske Tærskemaskine, om hvilken man har paalidelige Efterretninger, var saaledes slet ikke andet end en Samling af Plejler, der vare fastgjorte i skraa Retning omkring en vandret Valse, som drejedes rundt af et Vandhjul. Sæden, som laa under Valsen, blev da naturligvis aftærsket ved de hurtig paa hinanden følgende Slag. Maskinen, som var konstrueret i 1732 af en Advokat ved Navn Michel Menzies, har imidlertid ikke været i Brug ret længe, fordi Plejlerne meget hyppigt gik itu. En noget lignende Konstruktion blev i 1750 angivet af en Forpagter i Dumblane Michael Stirling. Hans Valse stod lodret og bragtes til at løbe rundt indeni en Kasse, gjennem hvis øverste Aabning Sæden førtes ned, medens Kornet og det aftærskede Straa faldt ud forneden. Kornet blev derefter renset ved Kastning, der udførtes af samme Maskine, idet en Del Plader eller Skovle, som vare anbragte under Kassen paa samme Valse som Plejlerne, drejedes rundt samtidig med den.

Baseret paa et væsenligt andet Princip var derimod den af Ilderton og Smart i 1772 indrettede Maskine. Ved den skulde nemlig Kornet løsnes fra Axene ved Gnidning, hvilket blev saaledes iværksat, at en stor med Riller forsynet Tromle bragtes til at løbe rundt indeni et uden omkring den anbragt System af mindre lignende Tromler, der af Fjedre pressedes ind imod den. Ved Omdrejningen gik saa Kornet ogsaa ganske vist af, men det kunde ikke undgaas, at en stor Del samtidig blev knust eller endog malet. — Det er denne Maskine, der, som vi ret strax skulle se, har givet Impulsen til den første virkelig praktisk anvendelige Tærskemaskine.

Aaret efterat denne sidste Maskine kom frem, udførte Osley en anden. Straaet blev lagt paa et Bord og førtes derfra ind i Maskinen af et Par riflede Valser, ganske som ved de almindelige Hakkelsemaskiner med roterende Bevægelse. Selve Maskinen var en vandret Valse, fra hvilken adskillige lige lange Arme stod ud; Armene vare igjen forbundne ved Stænger, der laa parallelt med Valsens Axe og til disse Stænger var der endelig ved Hjælp af Læderstrimler fasthæftede en hel Mængde smaa Stykker Træ. Maskineriet var derhos i et Par Tommers Afstand fra de som Plejler virkende

Træstykker, omgivet af et cylindrisk Hylster. Kom Sæden da nu ind under Valsen, og drejedes denne rundt, saa tærskede Træstykkerne Kornet fra Axene; men det hele gik kun meget langsomt, og det vandt derfor aldrig Bifald; Haandtærskning var meget billigere.

Saaledes stod da Sagen, da der endelig i 1786 kom en tilfredsstillende Løsning; dermed forholder det sig saaledes. Der boede i Tyningham i Skotland en Møller og Møllebygger ved Navn Andrew Meikle, en Mand, som alt forhen havde givet sig af med den Sag, men da selv havde erkjendt, hvor lidt han havde formaaet at præstere. Nu kom han atter ind paa Spørgsmaalet, idet han af en af de større Godsejere paa Egnen Sir Francis Gilmerton fik en Model af Ildertons Maskine. Med den gav han sig til at anstille Forsøg; men den gik itu for ham, og bedre gik det ikke, da han siden fik fat i en Maskine i fuld Størrelse af samme Art, som Gilmerton havde ladet bygge til en af sine Forpagtere. Forsøgene havde imidlertid bragt ham til den Erkjendelse, at Tærskning ved Slag var langt at foretrække for Gnidning, og nu var da hans Opgave at konstruere en paa Slagprincipet baseret praktisk anvendelig Maskine. Han løste denne Opgave paa den Maade, at han langs Siderne af en vandretliggende Valse (Slagtromle) fastgjorde 4 jernbeslaaede Stokke (Slagler); ved Siden af Valsen blev i nogle Tommers Afstand lagt et Hylster, den saakaldte Bro, der dog kun omfattede omtrent Tredieparten af den, og nu blev Sæden trukket ind i Mellemrummet mellem dem ved et Par riflede Tilførselsvalser ligesom Osleys. Modellen til denne Maskine, der kan betragtes som Fader til alle følgende Tærskemaskiner, blev færdig i 1785; først Aaret efter kom imidlertid den første i fuld Størrelse, bygget for en Godsejer Stein til Kilbeggie i det sydlige Skotland.

Hvorledes Tærskemaskinerne derefter have udviklet sig, kan, naar man vil nøjes med Hovedtrækkene og ikke gaa ind i de tekniske Details, fremstilles med faa Ord. Kornenes eller Frøenes Fasthængning ved Halmen kan overvindes enten ved Slag eller ved Gnidning; det kan altsaa paa Forhaand indsees, at der kan blive Tale om Tærskemaskiner, der ere baserede paa det ene eller det andet af disse Principer. Gaa vi ud fra, at Meikles Apparat er det første, der virkelig fortjener Navn af Tærskemaskine, saa er da altsaa Slagprincipet ældst, iværksat baade i Meikles og i alle senere Maskiner derved, at en Slagtromle støder Sæden mod en Bro. Denne Bro, der i de forskjellige Maskiner omslutter fra $\frac{1}{3}$ til $\frac{3}{5}$ af Tromlens Omkreds, er igjen i Reglen ikke tildannet som et helt Stykke, saaledes som i Meikles Maskine, men bestaar af adskillige vandret liggende Stænger, der ved Ringe holdes i en passende Afstand fra hinanden, eller med andre Ord, det er en Art krum Rist, der i en vis, efter Kornets Beskaffenhed variabel, Afstand omslutter Tromlen.

Den første Tærskemaskine, der blev brugt her til Lands, var en saadan Slagmaskine. Den kom hertil fra Sverrig og gik derfor under Navnet den svenske Tærskemaskine; dens Indretning var i alt væsenligt som Meikles, kun havde den flere (12) Slagler paa Tromlen, og dens Bro var riflet. Den blev brugt her i lang Tid, men afløstes dog efterhaanden af den saakaldte skotske Tærskemaskine, en Maskine, ved hvilken Slaglernes Antal var noget mindre, og Broen var anbragt oven over Tromlen. Tillige var den forsynet med et Sæt omdrejende River, som skilte Halmen fra Kornet, og endelig var der under neden den anbragt en Kastemaskine, som rensede det for Halmstumper og Avner. Det indsees let, at denne Maskine paa Grund af alle disse mange Biindretninger maatte være baade meget kompliceret og meget tung; den slugte en betydelig Mængde Kraft og udrettede dog kun forholdsvis lidt. Tilmed var den bekostelig baade i Henseende til An-

skaffelse og til Drift, saa almindelig udbredt kunde den vanskelig blive; det var egentlig kun de større Gaarde, der kunde bruge den.

Stor var Trangen imidlertid til Tærskemaskiner ogsaa paa mange mindre Gaarde, saa det gjaldt at finde paa en Udvej til ogsaa at hjælpe dem. Simplest lod dette sig gjøre ved at reducere den skotske Maskine i Dimensioner og altsaa i Vægt, ved at befri den fra de Tærskningen selv uvedkommende Apparater, Halmryster og Kastemaskine, ved altsaa i alle Retninger saa vidt muligt at simplificere den; den blev derved lettere tilgjængelig, lettere at haandtere og lettere at transportere, eller med andre Ord den kom frem i den Skikkelse, som man har kaldet den transportable Tærskemaskine.

Dette var omtrent i 1840. Da fremkom der en ny Maskine, den saakaldte nye engelske Tærskemaskine, som i Stedet for at arbejde efter Slagprincipet løsnede Kornet ved Gnidning. I sin hele Konstruktion lignede den meget de gamle Maskiner; den havde Tromle og den havde Bro; men medens i de forrige Maskiner Afstanden mellem disse to Organer var saa stor, at Sæden saa at sige havde god Plads der imellem og kun fik et Slag, naar en Slagle netop gik forbi, saa var Afstanden her saa ringe, at Sæden hele Tiden snarere var i Klemme og kun modtog Forbigangen af en Slagle som en Forøgelse i Tryk, ikke derimod som Slag paa en i Forvejen temmelig løs Masse; Tilførselsvalser havde den slet ikke. Det var denne Maskine, som skaffede Maskintærskningen Indgang ogsaa paa de mindre Gaarde her i Landet; den var at faa i forskjellige Dimensioner, den udrettede meget, og den tærskede navnlig Kornet meget rent. Men var den end saaledes en meget brugbar og meget brugt Maskine, saa havde den dog paa den anden Side en Mangel, — en Mangel, som den delte med de ældre Maskiner, men som her traadte endnu stærkere frem, den nemlig at den slog Halmen stærkt i Stykker, hvorved dennes Godhed betydelig forringedes, især naar den skulde opbevares i længere Tid. Heldigvis var denne Mangel imidlertid ikke begrundet i Principerne for den hele Tærskningsmethode men kun i Maskinernes Bygning, saa den var let at afhjælpe. I Stedet for nemlig at lægge Sæden ind med Topenden først, og saa lade den blive underkastet Maskinens Virkning saa længe, indtil Rodenden var gaaet ud, saa maatte det aabenbart for at afhjælpe hele Ulempen være tilstrækkeligt at lægge Sæden ind paa tværs, og nu lade den gaa igjennem Maskinen i denne Stilling, eller: man skulde til Afløser for en Længdetærskemaskine, som man hidtil havde haft den, omdanne Maskinen til en Tværtærskemaskine eller Langhalmstærskemaskine.

En saadan Omdannelse var let; Maskinen blev blot adskilligt bredere, og Broen, som hidtil var sat sammen af enkelte Ribber ligesom en Rist, maatte enten forsynes med Tværribber eller lukkes med et Net, forat Halmen ikke skulde falde ned mellem Ristestængerne; endelig maatte Føringsvalserne igjen være med, her dog udelukkende for at føre Sæden regelmæssigt frem og ikke som hidtil for tillige at holde paa den, til den var aftærsket. Saa fremstod der da altsaa paa denne Maade et Apparat, saa fuldkomment, som det omtrent var at ønske, saa fuldkomment ialfald, som det hidtil har været muligt at faa det.

Hvorledes nu Dampkraften har været med ved alt dette? Ja den har været med lige fra den skotske Maskines Tid, og den er naturligvis med endnu, og det langt mere end før, men den faar ikke Lov at slippe alene med at aftærske Kornet, den maa desuden aflevere det renset og ofte tillige sorteret, idet den nemlig foruden Tærsketromlen maa trække en hel Mængde andre Apparater, som ere blevne satte i Forbindelse med Tærskeværket og lagte ind i samme Hylster eller Hus, hvad man nu vil

kalde det, som det, saa at det hele Komplex af Apparater træder frem som et eneste stort sammensat Maskineri, den saakaldte kombinerede Tærskemaskine.

En saadan viser Figur 162, og som det sees, er det en meget stor og bred Maskine, hvis Betjening fordrer en Del Arbejdskraft. To Luftstrømme bortblæse Indblandingerne, saa at det endelig efter disse Sigtninger og Kastninger i fuldt renset Tilstand løber ud i den ved Siden af Maskinen anbragte Sæk. Ofte er Sagen endog ikke forbi hermed; thi ikke alene har man indrettet Maskiner, der afleverede Straaet i Form af Hakkelse, man har ogsaa

Fig. 162. Den kombinerede Tærskemaskine.

Mand have Plads paa en ovenpaa Maskinen anbragt Platform og ere der beskjæftigede med at aftage Baandene af Negene, udryste Sæden og lægge den tilrette for Tilførselsrullerne, som drevne af det fra Lokomobilet A kommende Snorløb B nu gribe det og føre det ind i Maskinen. Og herinde bliver det da nu behandlet; først aftærskes det, det vil sige den oprindelige Sædmasse udskilles i to Portioner, den ene Halmen, som af en Halmryster bringes ud af Maskinen og samles sammen af en dertil ansat Arbejder, den anden en Blanding af Korn, Avner, Halmstumper og Smuds, som passerer en Række gjennemhullede Sold og samtidig føres forbi en eller flere Kastemaskiner, hvis indsat særegne Sorterapparater, Cylindersold nemlig, hvis Masker i den ene Ende vare finere end i Midten, og der igjen finere end i den anden Ende, saa at Korn af forskjellig Størrelse faldt igjennem hver af de tre — eller vel endog undertiden endnu flere — Partier ned i Sække, som endelig vare saaledes ophængte paa Vægtstænger og forbundne med Vejeapparater, at Sækkene sank ned, naar de havde modtaget en vis Vægtmængde Korn.

En anden Anvendelse i Landbrugets Tjeneste har Dampkraften faaet som Trækkekraft for de egentlige Kultivatorer: Ploven, Grubberen o. s. v. Den Tanke, ogsaa her at lade

Hestekraften erstattes af den langt mægtigere Dampkraft, som i kortere Tid maatte kunne udrette meget mere Arbejde, den har aabenbart ikke kunnet ligge fjern, efterat det først var gaaet over i den almindelige Bevidsthed, at Dampmaskinen lod sig bruge ogsaa udenfor den specielle Fabrikindustries Omraader. Man finder da i Virkeligheden ogsaa, at flere have givet sig af med at gjøre Forsøg over Dampploejning o. s. v., og at flere Methoder have været bragte i Forslag, men kun en eneste har overlevet Forsøgsperioden saa vidt, at den er trængt igjennem i Praxis. Alene den vil her blive udførligere omtalt.

Den bestaaer i sine Hovedtræk deri, at et Tov, der hales ind af et Lokomobil, trækker en Plov efter sig hen over Marken; men hvor simpelt end dette lyder, har det dog ingenlunde været simpelt at sætte i Scene; der er gaaet mange Anstrængelser og Opofrelser forud, inden det er kommen saa vidt, at der forelaa noget virkelig brugbart.

Om den historiske Gang i denne Sag har Opfinderen selv, Englænderen John Fowler, i April 1857 givet en Fremstilling i et Møde af Mekanikere i Birmingham; Hovedsagen deraf var følgende. I Efteraaret 1849 var hans Opmærksomhed bleven henvendt paa den store Bekostning, der er forbunden med at nedlægge Drainrør ved Haandkraft; han havde derfor faaet den Tanke, om det ikke skulde være muligt at konstruere en eller anden Maskine, der hurtigere og billigere kunde udføre dette i Landbruget saa overordentlig vigtige Arbejde. Engang forlængst havde han set en Tegning af en Slags Plov, som kunde danne et Hul, hvori Drainrørene saa siden bleve lagte ned; nu faldt det ham da ind, om man ikke kunde fuldstændiggjøre en saadan Plov derhen, at den foruden at levere Hullet tillige selv lagde Rørene deri. Og dette lykkedes ham virkelig; han fik et Apparat stillet sammen, som kunde udrette det forlangte, den Drainplov nemlig, som allerede Aaret efter blev forevist i Arbejde for de ved Mødet i Excester i Juli 1850 forsamlede Landmænd. Denne Plov bestod af en svær Jernbjælke paa Ruller, fra hvilken der gik en lang Kniv ned i Jorden. Kniven, som kunde stilles mer eller mindre dybt, eftersom man vilde have Rørene lagte mer eller mindre langt ned, var i sin nederste Ende forsynet med en fremad vendt kegledannet Prop, hvis Tykkelse svarede til Drainrørenes. Skulde da nu Arbejdet begynde, saa blev der gravet et Hul saa dybt, at Kniven kunde stikkes ned deri, derefter blev en Snor, hvorpaa Drainrørene vare trukne, bundet fast til Bagsiden af Proppen, og saa blev da Ploven trukket frem. Proppen klemte nu Jorden til Side og dannede altsaa et langt, rundt Hul; Drainrørene fulgte efter ind i Hullet, og kort sagt der nedlagdes en Rende saa lang, som den Vej Ploven blev trukket. Var Renden lagt, gravede man sig ned til Proppen for at løsne Snoren fra den, og naar denne derefter var halet bag ud af den færdige Rende, var Arbejdet endt.

Herved var imidlertid endnu slet ikke Tale om Dampkraft som Trækkekraft; det hele blev drevet af Heste, først paa en meget sammensat og indviklet Maade, idet den Hestegang, hvori Trækdyrene arbejdede, forflyttede sig henad Marken parallelt med Renden, samtidig med at dens Bom drejedes rundt, saa at Hestene altsaa kom til at bevæge sig i en Linie af samme Art som den, en Rytter beskriver, naar han bliver ved at slaa Volter hen ad Siden af Ridebanen. At dette var meget uhensigtsmæssigt, erkjendte Opfinderen naturligvis snart; han opgav det da derfor ogsaa, og satte nu blot en Hestegang op ved den ene Ende af Renden; en Snor, som gik tværs over Marken hen til Ploven, der stod ved Rendens anden Ende, blev derefter rullet op paa Hestegangens Bom, og saa fulgte Ploven med.

Saaledes indrettet blev Drainploven vist frem i 1851 i Nærheden af London og gjorde

god Tjeneste, idet den uden Vanskelighed lagde Drainrør ned i en Dybde af indtil 4 Fod. Men Hovedudbyttet af Fremvisningen var dog det, at man fik at se, at det var muligt ved Hjælp af et Tov at trække et Agerdyrkningsredskab hen ad en Mark, og det endog i en meget lang Strækning, nemlig undertiden over 1200 danske Fod.

Først i 1853 begyndte han at tænke paa at anvende Dampkraft til at drive Drainploven, men mærkeligt nok, det faldt ham ikke ind uden videre at sætte en Dampmaskine i Hestenes Sted og saa for Resten beholde den nu fastslaaede Ordning. Det var som om den Løsning paa Spørgsmaalet om en Bevægelse fremad ved Hjælp af Dampkraft, der forlængst var givet ved Jernbanerne, foresvævede ham som nødvendig, den nemlig at Maskinen skulde gaa med, trækkende Ploven efter sig. Vist er det ialfald, at han til at begynde med indrettede sig saaledes, at Maskinen selv kom til at deltage i Bevægelsen fremad; ikke saaledes ganske vist, at det blev den, der paa sædvanlig Maade trak baade sig selv og Byrden (her Ploven) fremad, thi det var paa en løs og ujævn Jord overmaade vanskeligt, for ikke at sige umuligt. Nej han lod Maskinen dreje en foran paa dens Undervogn anbragt Valse rundt; derved blev saa et Tov, som var fæstet til et forude i Marken nedgravet Anker, rullet op paa Valsen, og nu indser man da, at den Vogn, hvorpaa baade Valsen, Maskinen og Ploven vare anbragte, maatte gaa fremad. Ogsaa dette var imidlertid, som man let kan forstaa, saare vanskeligt og upraktisk; det blev da derfor ogsaa snart afløst af en langt bedre og bekvemmere Methode. Inden vi imidlertid gaa over til at omtale den, maa vi forudskikke et Par Bemærkninger.

Det gjaldt ved Forsøgene med Hestegangen lige saa vel som ved de nu omtalte og alle senere, at faa et fast Holdepunkt. Skal nemlig en Hestegang stilles op — og det vel at mærke en transportabel Hestegang, siden den hver Gang en Rende blev færdig, skulde flyttes hen til den næste — saa er det ikke nok at anbringe denne paa en Vogn, som kjører den fremad fra den ene Rende til den anden, og saa dermed lade alt være godt. Det Træk nemlig, som udgaaende fra Hestegangens Bom kommer til at virke paa Ploven, det samme Træk kommer til at virke tilbage igjen i modsat Retning, og vil naturligvis søge at vælte hele Apparatet ind over Marken i Retning mod Ploven; Hestegangen maa altsaa paa en eller anden Maade stives af. Paa lignende Maade gaar det ved de sidst omtalte Forsøg; det Redskab, der skal kunne staa fast i Jorden og tage imod Trækket fra Dampmaskinen uden at rokkes, det altsaa, som blev kaldt et Anker, det maa indrettes saaledes, at det ogsaa virkelig holder sig uden Forskydning. Det er da med andre Ord dette Anker, det kommer an paa; det er det, som bliver anbragt bag Hestegangen og holder paa den, det er det, som i alle Forsøgene over Dampploejning spiller en afgjørende Rolle. Og dette Anker indrettede Fowler nu som en stor og stærk Jernplade, der blev gravet ned i Jorden med Bredsiden naturligvis i Retning mod Trækket. Nu vil man maaske tænke, ja det er godt nok, det kan meget godt lade sig gjøre, men der maa jo da gaa en særdeles stor Tid tilspilde alene med at flytte et saadant Anker. Nej det skal dog ikke have været Tilfældet; Fowler angiver, at man i Løbet af fem Minuter kunde have alt færdigt.

Lad os nu, for at oplyse det nærmere ved den nye Methode, lade næste Side af Bogen forestille Marken, som skal draines; lad os endvidere antage, at Drainrenderne skulle udlægges paatværs af Marken ligesom der Linierne paatværs af Siden, og lad os endelig gaa ud fra, at der vinkelret paa alle disse Drainrender skal anlægges en noget større, der tager Vandet fra dem, saa kunne vi lade Marginen

forestille den. Lokomobilet og Vinden blive da anbragte ved den ene Ende af denne store Rende, her ville vi antage øverst i Marginen. Den nederste Linie her paa Siden skal forestille den første Rende, som skal drages; ved hver Ende af den anbringes en godt fastankret Tridse. Ploven selv staar paa denne Linie. Tænker man sig da nu, at der er lagt et Tov fra Vinden ned langs Marginen, derfra omkring den første Tridse og endelig hen til Forenden af Ploven; at der desuden fra Plovens Bagende er anbragt et andet, noget mindre stærkt, Tov hen om den anden Tridse og derfra tilbage til Vinden, hvor det er vundet op i modsat Retning af det første Tov, — hvordan gaar det saa, naar Maskinen sættes i Gang? Vinden ruller da det sværeste af Tovene op, medens det andet gaar af; Ploven trækkes altsaa hen imod Hovedrenden (Marginen). Naar den er kommen der hen til, saa omstyres Maskinen; det Tov, der før vikledes af, det rulles altsaa nu op, og omvendt; Ploven hales følgelig baglænds hen paa sin oprindelige Plads, og flyttes saa blot de to Tridser op til den næste Linie, saa kan paa samme Maade den næste Rende trækkes.

Det er Methoden, og den har, som det let sees, store Fortrin fremfor den først anvendte. Den blev vist frem i 1854 ved et Landmandsmøde i Lincoln, og den vandt strax Bifald. Ikke desto mindre afændrede Fowler den alligevel siden, men det skulle vi her ikke indlade os videre paa, da det her ikke gjælder at forfølge Drainploven og Methoderne for Drainpløjning, men derimod at komme over til den almindelige Plov. Og dertil er det anførte tilstrækkeligt, thi det var just efter denne Methode, at de aller første Forsøg over Dampploejning med almindelige Plove bleve anstillede i 1855; der var kun den ene Forandring, at det ikke var en enkelt Plov, som førtes frem, men et System af flere Plove, der sad i en fælles Ramme.

Det er da altsaa fra 1855 at den egentlige Dampploejning skriver sig, og John Fowler er Manden, der har bragt den frem; han har siden lige indtil sin Død først i Tredserne med stor Ihærdighed, med mange Opofrelser og mange Skuffelser arbejdet videre i samme Retning; han har grundlagt en Fabrik — Steam plougworks i Leeds, der efter hans Død er bleven drevet af Broderen Robert Fowler — udelukkende i det Øjemed der at forfærdige Apparater til Landbrug; han har da saa ogsaa naaet at skaffe sine Landbrugsredskaber en betydelig Udbredelse ikke blot i England, men ogsaa andetsteds. At disse Apparater alle føres frem over Marken ved Hjælp af et Tov, det er det Princip, han har slaaet fast, og det har han altid holdt sig til. Derimod har han rigtignok i Tidens Løb paa forskjellig Maade afændret den Form, hvorunder dette fra først af sattes i Værk, saa at der gives i det mindste tre forskjellige Systemer for Pløjning med hans Apparater. — Vi gaa nu over til i korte Træk at beskrive disse, uden forøvrigt at indlade os paa det nærmere om, paa hvilket Tidspunkt, og af hvilke Grunde hver enkelt System er kommen frem.

Første System (se Fig. 163). Et Lokomobil er opstillet ved den ene Side af Marken, og lige over for det er det Fowlerske Patentanker (Figur 164) anbragt. Det Jerntov, som driver Redskabet — Ploven, Harven, Grubberen eller andet — er udspændt om en under Lokomobilet anbragt horizontalt liggende Tridse (se Figur 165), og derefter om en ligeledes horizontalt liggende paa Ankeret fastgjort Tridse. Trækkes da nu paa Grund af Lokomobiltridsens Rotation Tovet til den ene Side, saa tager det Ploven med sig til denne Side; sker Omdrejningen derimod i modsat Retning, saa gaar Ploven tilbage igjen. Man indser altsaa, at naar Tridsen, efterat den ene Fure er draget, bringes til at løbe rundt i modsat Retning, saa kan den næste Fure drages med samme Stilling af Lokomobil og Anker, Ploven dog selv-

følgelig slaaet ned, saa at de Plovlegemer, der før skar, nu løbe frit og omvendt.

Forflytning, da lad os betragte Figur 164, der nærmere viser dets Indretning. Det er, som

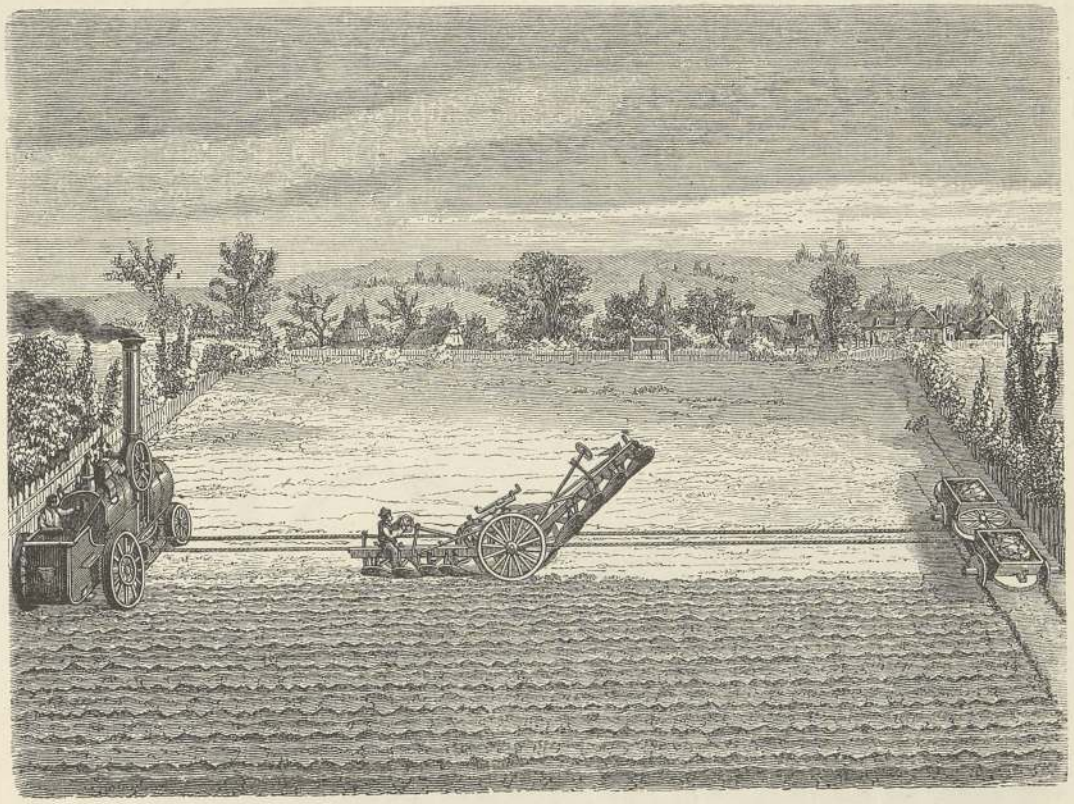


Fig. 163. Dampplejning med Fowlers Dampplov.

Men naar dette er sket, maa baade Lokomobilet og Ankeret flyttes, og det kan for Lokomobilets Vedkommende ske paa en af to

man ser, en Slags Vogn, som hviler paa flere skarpe Hjul, der som Følge af hele Apparatets betydelige Vægt skjære sig ned i Jorden; det

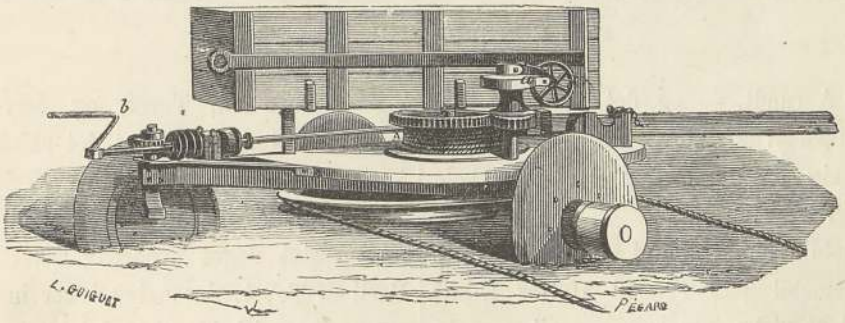


Fig. 164. Fowlers Patentanker.

Maader; enten er det indrettet som Vejlokomotiv og flytter da sig selv, eller ogsaa er der foran det anbragt et Anker, henimod hvilket det kan hale sig frem. Med Hensyn til Ankerets

er altsaa det samme Princip, der her gaar igjen, som ved det før omtalte Pladeanker, men her er den Forbedring kommen til, at det hele er gjort selvbevægeligt. Foruden den

store Tridse, hvorom Jerntraadstovet, der fører Ploven, ruller sig op, bærer Ankervognen nemlig endnu en anden horizontalt liggende Tridse A, der kan løbe rundt uafhængig af den første. Til denne Tridse er fæstet den ene Ende af et andet Tov, medens dets anden Ende er gjort fast til en et Stykke foran Ankeret nedrammet Pæl eller almindeligt Jernanker. Drejer man pløjningen forsynet med en stor — fem Fod i Gjennemsnit — vandret liggende Tridse A (the clipdrum) af ganske særegen Konstruktion. Dens Omkreds er nemlig forsynet med to Rækker skraat afskaarne bevægelige Tænder, ind imellem hvilke Tovet lægger sig, naar det rulles op. Det Tryk, der herved kommer paa disse Tænder, bringer dem strax til at klemme

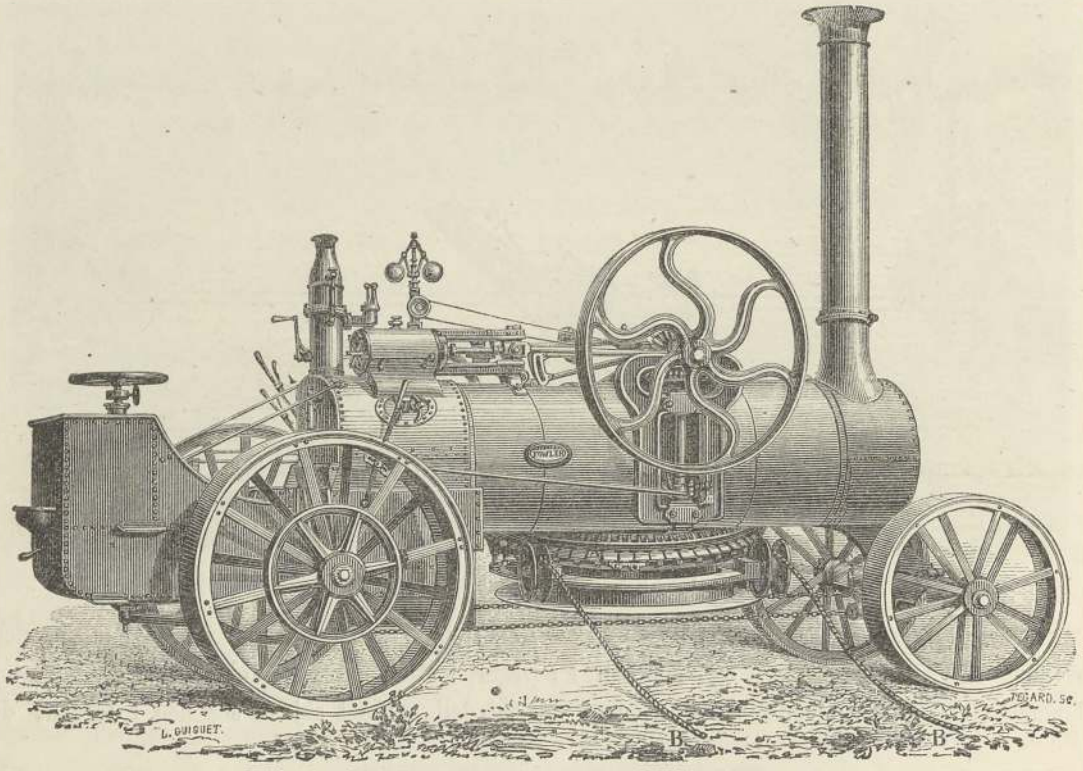


Fig. 165. Fowlers Lokomobil med Tandtridse.

da Tridsen A rundt, — og det kan ske ved Hjælp af Haandsvinget b — saa ruller Tovet fra Pælen sig op om A, og saa gaar hele Ankervognen fremad.

Lokomobilet er afbildet i Figur 165. Det er et Lokomobil paa 12—14 Hestes Kraft, indrettet til at virke, om man saa vil, paa to Maader. Det Svinghjul, som sees midt paa Kjedlens forreste Side, kan nemlig benyttes som Remskive, og i saa Tilfælde kan Kraften overføres paa en Tærskemaskine el. lign.; men desuden er det til udelukkende Brug for Dampsig sammen om Tovet, og derved opnaaes igjen den store Fordel, at det aldeles ikke kan komme til at glide hen over Tridsens Overflade, hvilket igjen medfører, at det ikke er underkastet noget synderlig stort Slid. Det Parti af Tovet, der netop løber ind paa Tridsen, gribes af de Tænder, det møder, og holdes nu urokkelig fast af dem, indtil det efter Omdrejningen stikkes ud igjen paa den modsatte Side.

Ploven endelig er fremstillet i Figur 166. Det er, som man ser, et Slags Dobbeltplov,

sammensat af to for hinanden skraat stillede Plovkomplexer, der paa det Sted, hvor de løbe sammen, altsaa i Vinklens Toppunkt, hvile paa en Axel, som igjen bæres af to store og stærke Hjul. Hver af de to Grene af den hele paa Hjulaxlen hvilende Skraabom bærer igjen fire fuldstændige Plove, der ere saaledes stillede, at de alle vende ind imod Vinklens Toppunkt. Der følger da af alt dette, at hvis man trækker Ploven frem, naar den har Stillingen i Figuren, saa skjære de fire Plove tilvenstre fire med hinanden parallele Furer, idet da Plovene tilhøjre gaa frit; og slaar man derefter ved Enden af Furen om, saa at det nu bliver Plovene tilhøjre, der gribe fat, medens de andre løbe blindt, saa faar man ved at hale Ploven tilbage igjen — naturligvis dog først efterat den er forskudt et passende Stykke fremad foran de alt pløjede Furer — fire nye Furer.

Ploven, som paa Grund af de to Plovsystemers symmetriske Beliggenhed for Axlen kaldes en Balanceplov, arbejder altsaa lige saa godt, naar den trækkes til den ene Side, som naar den gaar tilbage igjen, og tilmed vender den altid Jorden til samme Side. Med Hensyn til Styringen, da gaar denne let; den Mand, som skal arbejde med Ploven, holder nemlig fast i det paa Enden af Stangen c a anbragte Hjul a, og kan altsaa, idet denne Stang er fast forbunden med Hjulaxlen, ved et Tryk til den ene eller den anden Side dreje Hjulaxlen noget. Ligeledes er der sørget for, at den Dybde, hvortil Plovlegemerne skulle gaa i Jorden, er let at regulere. Det sker nemlig ved simpel Omdrejning paa Haandsvingene b, idet hele Ploven derved bliver hævet eller sænket i Forhold til Axlen. Jerntraadstovet, der driver det hele, er fastgjort til og strammes af Tromlerne c. — Naturligvis kan man i Stedet for Langjernene og Muldfjælene anbringe andre Apparater paa Skraabommen, saa at det hele Redskab forandres til en Undergrundsplov, Grubber, Exstirpator eller andet.

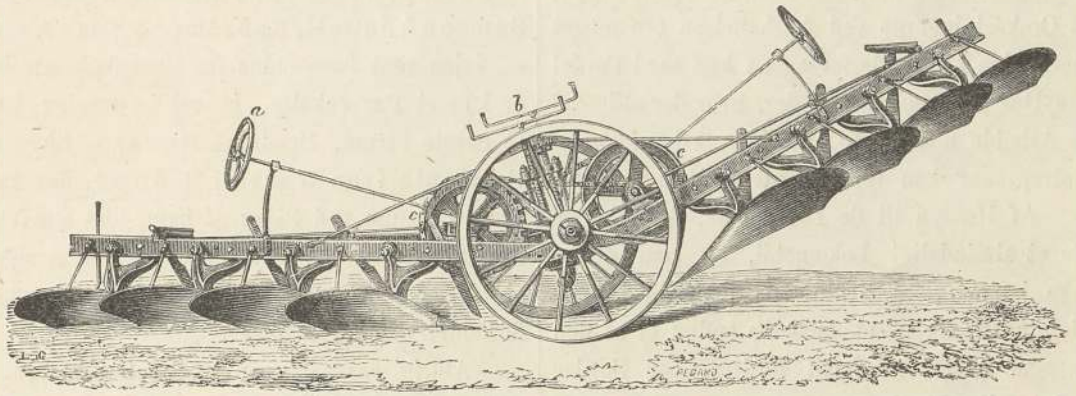


Fig. 166. Fowlers Balanceplov.

Andet System. Der er her opstillet et Lokomobil ved hver Side af Marken, o: ved hver Ende af den vordende Plovfure; men Vindeapparaterne ere her ikke Tandtridser, saaledes som paa Lokomobilet Figur 165, derimod blot et Par store Valser, hvorom de to til hver sin Ende af Ploven befæstede Tovender kunne rulle sig op. Forestiller man sig da, at det ene Lokomobil ruller sin Tovende op, saa følger Ploven med, og samtidig rulles den anden Tovende af Valsen paa det andet Lokomobil. Er dernæst Ploven draget helt hen til det første, saa sættes det andet i Gang i modsat Retning og haler derefter Ploven tilbage igjen. Selve Lokomobilerne ere indrettede saaledes, at de kunne kjøre sig selv fremad; de behøve altsaa blot for hver Frem- og Tilbagetur, Ploven

gjør, at kjøre fremad et Stykke saa stort som to Plovfurers Brede, forat alt kan være klart til næste Pløjning.

Man kunde maaske synes det underligt, at der her er to Maskiner i Gang, og dog kun en ad Gangen i Virksomhed; men det Tab i Kraft, der ganske vist fremkommer paa denne Maade, derved at begge Maskiner maa have Damp oppe, og dog kun den ene virke, det erstattes erfaringsmæssigt af den Fordel, som fremkommer ved at Kraften overføres direkte paa det Redskab, der skal flyttes, og ikke først svækkes ved at passere en Vinde. Derimod lider Methoden naturligvis under den Ulempe, at Omkostningerne ved Anskaffelsen ere meget store; den kan da derfor ogsaa kun med Fordel benyttes paa saadanne Steder, hvor der alligevel er Arbejde nok for to Maskiner, eller hvor en Entreprenor kan rejse rundt og leje dem ud.

Af Hensyn til de Landmænd, der allerede eje et almindeligt Lokomobil, og som derfor ikke kunne være tjente med alene for Damppløjningens Skyld at anskaffe endnu et af den særegne Art, som dertil fordres, har Fowler endnu udtænkt et

Tredie System. Han har nemlig konstrueret et Vindeappat med Tandtridse (clipdrum), som sættes i Gang af Lokomobilet ved Hjælp af en Rem, eller med andre Ord, han har skilt Tandtridsen fra Lokomobilet Fig. 165 og lagt den hen paa et særegent Apparat ved Lokomobilets Side. Ved den anden Ende af Furen staar som ved Methoden i første System en Ankervogn, og nu gaar da selve Pløjningen for sig ved Hjælp af disse Apparater ganske som efter første System. —

Det følger af sig selv, at naar noget saadant træder frem som Fowlers Dampdyrkningsmethode, saa kan den, der sætter det i Gang, ikke ret længe faa Lov at være ene om Sagen, selv om han nok saa meget beskytter sig ved Patenter. Ikke naturligvis saaledes at forstaa, at andre skulde vove at krænke hans Patentret paa den Maade, at de forarbejde og sælge Maskiner og Apparater efter hans Modeller; nej det behøves ikke, — man kan alligevel komme frem ved Siden af ham ved at afændre Methoderne og ved at iklæde hans Ideer andre Former, alt dette dog selvfølgelig under den Forudsætning, at det nye, der leveres, er godt og brugbart og virkelig kan udholde Konkurrence med det gamle.

Det er gaaet Fowler saaledes; der er ved Siden af ham til forskjellige Tider dukket en Mængde Fabrikanter op for at bore sig ind ved Siden af ham, men af dem er de aller fleste — Savary, Coleman, Yarrow & Hilditsch, Samson & Jewell, Ransomes & Sims o. s. v. — igjen rent forsvundne fra Skuepladsen; det er kun et Par enkelte, ja vel i Grunden kun et eneste Firma, Brødrene Howard, Ejere af Brittania Iron Works i Bedford, der kan være Tale om ved Siden af ham, idet Smith, som til at begynde med havde en Del at sige, er bleven aldeles overfløjet af dem. Hermed forholder det sig saaledes.

Aldrig saasnart var Fowler traadt frem i 1855, førend Smith, en engelsk Landmand fra Woolston i Buckinghoushire begyndte at virke i lignende Retning. Hovedforskjellen imellem dem var den, at medens Fowler lavede Plove, der blev trukne frem af selvbevægelige Lokomobiler, saa ivrede Smith for at man skulde grubbe Jorden, og det saaledes, at Grubberen skulde trækkes af faststaaende Maskiner. Hvorfor han nu just foretrak Grubning fremfor Pløjning, det var af rent landbo-theoretiske Grunde, som dog her ligge os for fjerne, til at vi nærmere kunne gaa ind paa dem, ihvor interessante de forresten ere. Den anden Side af Sagen derimod, de faststaaende Lokomobiler, dem foretrak han, fordi han mente, at den Kraft, der gik tabt ved at Lokomobilet skulde flytte sin egen Vægt — og denne løber let op til 15,000 Pd. og derover — henad en løs Markvej eller vel endog

ofte op ad en Skraaning, var langt større end den, der vilde tabes, hvis man anvendte længere Tove, selv om de kom til at slæbe henad Jorden.

Idet han altsaa gik ud fra dette som Grundlag, begyndte han som sagt allerede samtidig med Fowler at tage fat, og det saaledes, at Kraften, som udvikles af et faststaaende Lokomobil, ved Hjælp af en Vinde og meget lange Tove overføres paa det arbejdende Redskab paa en Maade, som er ganske den samme, som den Howard senere brugte, og som vi ret strax skulle omtale.

Sagen var nemlig den, at Smith, der som sagt var Landmand, ikke selv gav sig af med at forfærdige Apparaterne, men lod dem lave rundt omkring hos forskjellige Fabrikanter; og iblandt dem, han saaledes kom i Lag med, var netop Brødrene James og Fred. Howard. Imellem disse tre Mænd kom der da efterhaanden et Slags Kompagniskab, saa at de i nogle Aar arbejdede sammen. Men efterhaanden kom der af Grunde, som de selv angive forskjelligt, Uenighed og Uvenskab imellem dem, og nok er det, de skilte sig atter fra hinanden, ja traadte fra nu af endog op som Konkurrenter. Men i denne Konkurrence, som Howarderne gik til som Ejere af en ogsaa i andre Retninger allerede meget betydelig Fabrikdrift, kunde Smith aldeles ikke holde Skridt med dem. De bleve de sejrende, de eneste, der kunne være Tale om ligeoverfor Fowler.

Hvorledes det nu senere er gaaet i Forholdet mellem disse to Hovedleverandører, og i det hele, hvorledes Dampploejningen er bleven optaget og gaaet frem, det skulle vi siden i Korthed omtale; vi standse her foreløbig for at give en Fremstilling af Howards Methoder, der ville vise sig at være en Mellemting mellem Fowlers og Smiths.

Howard arbejder da efter to Systemer, nemlig

1. To Lokomobiler og to arbejdende Redskaber. Dette er saaledes at forstaa, at der er opstillet et selvbevægeligt Lokomobil ved hver Ende af den vordende Plovfure. For saa vidt ligner altsaa Methoden det ene fowlerske System; men der er dog den Forskjel, at medens hos Fowler kun et Lokomobil ad Gangen trækker, og kun et arbejdende Redskab (Plov, Grubber o. s. v.) er i Virksomhed, saa er her to Plove i Arbejde, den ene trukket til den ene Side af det ene Lokomobil, den anden til den modsatte af det andet. Der udrettes altsaa ved hver Bevægelse det dobbelte Arbejde, men til Gjengjæld maa saa naturligvis Lokomobilerne ogsaa være meget kraftige, naar det ikke netop er en let Jord, der bearbejdes. Arbejdet udføres hurtigt, men Omkostningerne ere selvfølgelig meget betydelige, saa at ogsaa dette System ligesom det tilsvarende Fowlerske kun egner sig for store Gaarde.

Imedens altsaa for denne Anordning Fowlers Methoder er taget til Mønster, har Howard i sit andet System fulgt Smith. Her arbejdes nemlig med

2. Et faststaaende Lokomobil med Ankere og et Redskab. Kraften overføres fra Lokomobilet paa et paa Hjul anbragt og ved Siden af Lokomobilet opstillet Vindeapparat af særegen Konstruktion (se Figur 167). Det bestaar nemlig af to paa vandret liggende Axler bevægelige Tromler, af hvilke den ene altid sættes i Omdrejning af Maskinen og altsaa trækker det arbejdende Redskab hen til sig, medens den anden da løber løst paa sin Axel og blot stikker det til den modsatte Side af Redskabet fæstede Tov ud. Opstillingen kan sees af Fig. 167, hvor man har antaget, at Lokomobilet har sin Plads paa Nabomarken til den, der skal bearbejdes. Man ser Vindeapparatet til venstre for Lokomobilet; Jerntovene gaa derfra igjennem det Hegn, der omgiver Marken, først over et Par lige inden for Hegnet paa en Ankervogn anbragte Ledetridser, derfra hen over et Par andre ved A og B i

Jorden fæstede Ledetridser, og endelig derfra over endnu et Par ved hver Ende af Plovfuren anbragte Tridser, mellem hvilke Ploven bevæger sig.

Er da Plovfuren mellem de to sidst omtalte Tridser trukken, saa underretter den Mand, der fører Ploven, ved at svinge med en Fane Maskinisten om, at han skal stoppe Maskinen; derefter flyttes de to Tridser op til den næste Fure, Fanen svinges atter, Maskinen sættes i Bevægelse, og nu drages den næste Fure. Og saaledes bliver det ved at gaa, indtil hele Marken er opdyrket i Højde med de under hele denne Operation faststaaende Tridser A, B; disse flyttes da op til Stillingen B, A og nu bearbejdes Resten af Marken. Naturligvis kunde man ogsaa have opstillet Lokomobilet og Vinden lige for Indkjørselen ved B; man vilde derved kunne have undgaaet at bruge Tridsen A. Da Tovene ere meget lange, vilde det vanskeligt kunne undgaaes, at de kom til at slæbe paa Jorden, saafremt der ikke var truffet særegne Foranstaltninger netop for at forhindre dette; der er nemlig hist og her, hvor det gjøres fornødent, indsat smaa Vogne med lodret stillede Tridser under Tovet. — Det var efter dette System, at den Dampplov blev drevet, der i Juli 1869 vistes i Arbejde paa Nørrefælled ved Landmandsforsamlingen i Kjøbenhavn.

Howards Plov er ligesom Fowlers en Balanceplov, men det Punkt, hvorom hver Halvdel drejer sig, er ikke som hos Fowler et for begge Halvdele fælles Punkt (Vinklens Toppunkt). Ploven er nemlig ikke konstrueret som en Skraabom, der hviler paa en Axel, thi det kunde Howard ikke, da Fowler havde Patent paa en saadan Indretning; han maatte altsaa finde paa noget nyt, som saa rigtignok blev noget mere kompliceret, men derfor i Henseende til Arbejdsyden ikke staar tilbage for de bedste fowlerske Plove. Apparatet er saaledes indrettet, at der til hver Ende af en kort trehjulet Vogn (se Figur 167) er fæstet en Smedejernsdrager, der bærer de 3—4 Plovlegemer; denne Dragers Omdrejningspunkt er paa det Sted, hvor den er sat fast til Vognen.

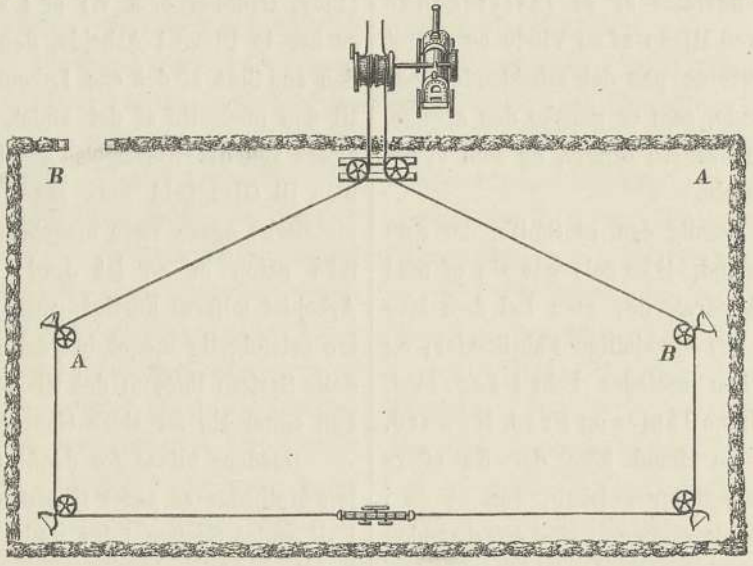


Fig. 167. Howards Dampplejningssystem.

Hvorledes Howard er kommen ind paa Dampdyrkningen er alt fortalt, ligesom det er bleven omtalt, at alle de øvrige Konkurrenter, der traadte op mod Fowler, navnlig paa Londonerudstillingen i 1862, maatte trække sig

tilbage lige over for de to Rivaler Fowler og Howard. Det er da dem, der har ført Kampen siden, og det saa godt som paa alle større Udstillinger, foruden paa en hel Mængde lokale Landmandsudstillinger især i England. Hvem der da har Fortrinet, ja det er Spørgsmaalet. Dommene ere faldne meget ulige ud, og det fordi en Sammenligning er overmaade vanskelig. Fowler har lagt Hovedvægten paa at forfærdige Apparater, der kunne virke med stor Kraft og som ere saa solidt udførte, at Brud ere sjældne. Howard er snarere gaaet i den modsatte Retning; han har gjennemgaaende befliттet sig paa simplere Konstruktioner og paa mere Elegance i Udførelsen. Derved ere hans Apparater blevne mere letbyggede, ere billigere at anskaffe og lettere at tumle, men de udføre til Gjengjæld ikke saa meget Arbejde, især da ikke paa svære Jorder. Dog har trods alt dette, der absolut vanskeliggjør en paalidelig Sammenligning, Fowler faaet et Slags officiel Anerkjendelse som den første, idet der ved en Væddepløjning paa Udstillingen i Stettin i 1865 blev tilkjendt ham Prisen: en Belønning af 500 Thaler og en Guldmedaille for den bedste Dampplov, idet Kommissionen efter vidtløftig Diskussion om den Sag blev enig om derved at forstaa den, „der ved saa vidt mulig at undgaa enhver Brug af anden Kraft end Dampkraften, forretter det bedste Markarbejde.“ Imidlertid turde denne Bedømmelses Retfærdighed være meget mere end tvivlsom, saasom man uden at tage Hensyn til Maskinernes Styrke eller Anlægsomkostninger og Kulforbrug uden videre erklærede den for den bedste, der leverede mest Arbejde eller, hvad der er det samme, pløjede hurtigst, — og det kan dog ganske vist ikke gaa an, er heller aldrig nogensinde bleven gjort ved Konkurrencer i England, hvor der netop tages særdeles Hensyn til Spørgsmaalet om Anlægsomkostningerne. Fra denne Bedømmelse at slutte, at Fowlers Apparater i enhver Henseende ere de bedste, det tør man derfor ikke; man maa indrømme, at til svære Jorder er det dem, der egne sig bedst, men paa lette Jorder kunne Howards ganske vist staa ved Siden af dem, ja overgaa dem vel endog, naar der er Tale om Grubning. Forresten har Fowlers Fabrik efter hans Død meget indskrænket sin Virksomhed som Leverandør af Landbrugsredskaber; den har mere helliget sig Lokomotivbygning. Howard derimod er netop i Retning af Landbrugsapparater gaaet meget frem, og er nu Hovedmanden i den Henseende. —

Det blev strax i Begyndelsen af det Stykke, der omhandler Dampløjningen, omtalt, at der foruden det System, der har naaet at trænge igjennem, det nemlig, der er baseret paa, at det arbejdende Redskab trækkes af et Tov, var bragt andre Methoder i Forslag. De bleve ikke nærmere omtalte og skulle — med Undtagelse af den ene Maskine, der exempelvis vil blive nævnt nedenfor — heller ikke her udførligere behandles; dog skal der gjøres opmærksom paa, at Grunden til at de standsede laa i, at de vare for direkte, hvormed vi mene, at de gik ud paa uden Mellemled at overføre Kraften fra Lokomobilet paa Redskabet, altsaa at faa et Lokomobil til at kjøre hen over Marken og da tage en dertil fasthæftet Plov, Grubber o. s. v. med sig. Det vil let indsees, at den tekniske Udførelse af en saadan Tanke absolut maatte være meget vanskelig, og at selv om den lod sig bringe i Gang paa en nogenlunde tilfredsstillende Maade, saa maatte den være meget kostbar. Det kan altsaa deraf let forklares, at saadanne Methoder ikke kunde holde sig ligeoverfor de nu beskrevne mere indirekte Systemer.

Den Lyst til at tage Dampkraften til Hjælp til Jordens Dyrkning, som var og — vi mene at turde sige — selvfølgelig maatte være tilstede, den kunde derfor først tilfredsstilles efter Fowlers Optræden. Da vandt da altsaa Dampløjningen Indgang, og det naturligvis igjen især i de Lande, i hvilke store, svagt

befolkede Strækninger kun ved Dybdekultur kunde bringes til at give passende Indkomster, og i hvilke Muskelkraften, baade i Form af Menneskers og Trækdyrs Kraft, var meget dyr. I England, i Ungarn og senere navnlig i Ægypten vandt den Terræn, og den viste sig fordelagtig paa alle Steder, hvor Jordbundsforholdene fordrede en Bearbejdning af Jorden til en Dybde af 12—14 Tommer, og hvor der fandtes udstrakte, plane Flader, der vare frie for Sten. Paa lette Sandjorder derimod, der kun skulle vendes til en Dybde af 5—6 Tommer, der fandt Dampploven ingen Indgang og kan aldrig finde den. Det maa altsaa ikke forstaaes saaledes, som om Dampploven nogensinde skulde kunne fortrænge den almindelige Plov; det kan den ikke. Den kan paa enkelte Steder og under særegne Omstændigheder med Fordel træde i dens Sted, men som sagt ogsaa kun under ganske specielle Omstændigheder, nemlig hvor de oven anførte Betingelser ere tilstede, og hvortil der desuden kommer den tilstrækkelige Kapital til Anskaffelse og Drift. Hvor det ikke er Tilfældet, maa den blive ude. Men dette har ikke altid været erkjendt; der har været Tider, og det især da lige efter Sagens Fremkomst, hvor en formelig Enthusiasme for Dampploejning kom frem, hvor man lovede sig de mest vidunderlige Virkninger af den mægtige Kraft, der i saa mangfoldige andre Retninger gav saa uhyre meget; og derfor løb man sig naturligvis fast. Men deraf fulgte igjen, at et Omslag maatte komme, og at man maatte blive forsigtig og først adspørge de indvundne Erfaringer, førend man tog fat. Saa lærte man da, at den som anført ikke er almen anvendelig, at der skal mere til for med Fordel at bruge den, end Raad til at kjøbe den og Jord, der skal dyrkes; og for disse Erfaringer har man nu bøjet sig, dem spørger man til Raads, førend man beslutter sig til at anvende den. —

Man saa, at Smith havde sat sig til Opgave at indføre Grubning som Hovedoperation ved Jordens Dyrkning fremfor Ploejning. Ogsaa andre have til forskjellige Tider om ikke just søgt at stille denne Behandling af Jorden saa afgjort i første Række, saa dog arbejdet paa at faa den noget mere frem, end det ellers sker, og — for strax at komme derhen, hvor vi ønske, — man har flere Gange med mere eller mindre Held experimenteret med Dampgrubning, navnlig i England. Den Maskine, som vi her agte at omtale, fordi den forekommer os at give et smukt Exempel paa Dampdyrkning efter det, der ovenfor blev kaldet en direkte Methode, er dog ikke engelsk men fransk, konstrueret nemlig af Brødrene Barrat, et Par Mekanikere, der have ofret lang Tid og store Udgifter paa at stille en praktisk Dampgrubber paa Benene. At dette alligevel ikke er lykkedes dem paa en Maade, der kunde udholde Konkurrencen med de indirekte Systemer, derfor ligger Beviset i, at deres Maskine ikke har formaaet at holde sig ved Siden af de ovenfor omtalte Apparater og Methoder. Men derfor har den dog naturligvis sin Interesse, navnlig da hvor det gjælder ikke alene at omtale det, der har holdt sig, men ogsaa hvad der er kommet frem uden at kunne staa sig.

Figur 168 viser denne Dampgrubber, og det saa tydeligt, at hele Mekanismen og den Maade, hvorpaa Maskinen er bestemt til at arbejde, forstaaes ved simpel Betragtning af Figuren. Et Exemplar af denne Maskine har forsøgsvis været i Arbejde paa flere kejserlige Domæner, og Forsøgene, som varede i nogle Aar, gave Beviser for, at den kunde arbejde godt; men som sagt, holde sig i Konkurrencen med de fowler-howardske Apparater, det har den ikke kunnet. —

Idet vi nu her slutte, hvad vi mene i en Bog som denne at burde medtage om Dampkraftens Anvendelse i Landbruget, var det vort Ønske ogsaa her at kunne give en lignende

Oversigt over de herhen hørende Forhold for Danmarks Vedkommende, som før ere givne os i den Henseende ihændekomne Oplysninger tilstede, som de give Exempler paa

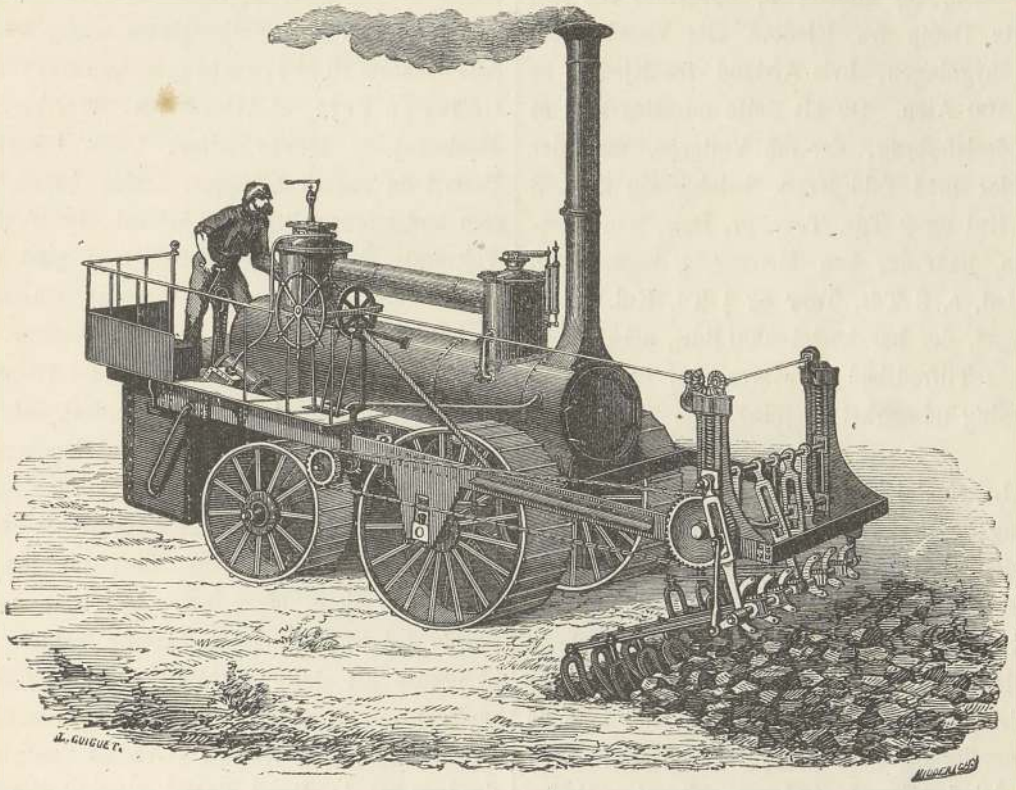


Fig. 168. Barrats Dampgrubber.

for Dampskibene og Jernbanerne. Dette formaa vi imidlertid ikke.*) Vi kunne kun som Exempel nævne, hvorledes Dampkraften benyttes paa en enkelt af Landets største Gaarde, nemlig Faarevejle ved Rudkjøbing, og dette gjøre vi saa meget hellere med al den Udførlighed Dampens Benyttelse ogsaa udenfor de Anvendelser, der alt ere omtalte.

Paa Faarevejle blev der da i 1869 opstillet en Dampmaskine paa 6 Hestes Kraft med to Kjedler, nemlig en, der var istand til at drive en 12 Hestes Maskine og en, der kun kunde drive en 4 Hestes. Af disse Kjedler arbejder den lille ordinært kun om Sommeren; om Vinteren bruges den kun, naar den store renses. Arbejdet er saaledes fordelt, at der fra Maskinen drives 1, en Kværn, 2, en Havreknuser, 3, en Oliekagebrækker, 4, Kjærnen og 5, Tærskemaskinen, den sidste ved Hjælp af en 120 Alen lang under Jorden lagt Axel. Ved Spildedampen opvarmes Mælkekjælderen, Spindestuen og Borgestuen samt Mejerskens og Mejeribestyrerens Værelser. Ved direkte Damp fra Kjedlerne opvarmes desuden 1, Vandet

*) For at faa det dertil fornødne Materiale samlet, blev der i Foraaret i „Ugeskrift for Landmænd" rettet en Opfordring til de Landejendomsbesiddere, der paa en eller anden Maade benytte Dampkraft i deres Bedrift, om velvilligst at tilstille Forfatteren Oplysninger om, hvortil de benyttede Damp, hvor mange Hestes Dampkraft, de brugte, og fra hvilken Fabrik deres Maskiner vare. Der indkom som Svar derpaa kun en eneste Skrivelse, den nemlig, som ovenfor er benyttet. Forfatteren griber her Lejligheden til samtidig med at udtale sin Beklagelse over, at man har fundet Sagen saa lidet værdig til en Understøttelse, der dog saa let kunde ydes, og det endskjøndt den dog nok kunde være af Interesse for mange, selv om den kun fremkommer i en Bog, der i ingensomhelst Henseende gjør Krav paa at være andet end en populær Fremstilling af det, den har sat sig til Opgave — forbindtligst at takke Hr. Kammerjunker F. de Neergaard, der ikke har skyet Ulejligheden ved at skrive nogle Sider i denne Anledning.

i Mejeriet, 2, Ostemælken, 3, afgives der Varme til Kogning af Folkenes Mad og 4, ligesaa til Svinefoden, og endelig 5, opvarmes ved den direkte Damp fra Kjedlen alle Værelserne i Hovedbygningen, hvis Afstand fra Kjedlen er over 100 Alen. Og alt dette udrettes med et Brændselsforbrug, der om Vinteren, naar der arbejdes med fuld Kraft, beløber sig til c. 3 Tdr. Kul og 2 Tdr. Tørv pr. Dag, om Sommeren, naar der kun kjærnes og koges Vand og Mad, c. 3 Tdr. Tørv og ½ Td. Kul. Hele Anlæget, der har kostet 8000 Rdr., arbejder til Ejerens Tilfredshed og svarer efter hans Overbevisning udmærket Regning.

Lokomobilet er i den senere Tid kommen i Brug ogsaa inde i Byerne til der at forrette forskjellige Arbejder, der fordre betydelig Kraft. Saaledes har f. Ex. Bygningsentreprenørerne vidst at tage Nytte af det paa mere end en Maade til at erstatte den langt kostbarere og mindre stærke Muskelkraft. Ikke blot lade de det nemlig hejse tunge Bjælker og svære Sten op, det betaler sig endogsaa ofte at sætte en Maskine i Gang alene for at røre Mørtelen sammen. Man forstaar let, hvorledes saadant kan gaa til; fra Svinghjulet lægges nemlig en Rem hen over Remskiven paa den Axel, der driver det specielle Apparat, det nu gjælder at faa til at arbejde, — Spillet, hvis det er et Hejseværk, en Ramklods el. lign., Røreapparatet, hvis der skal laves Mørtel — og saa udføres Arbejdet hurtigere og bedre, end hvis en hel Mængde Arbejdere skulle staa og rykke samtidig og saa ofte enten genere hinanden eller tildels drive over hinanden. Exempelvis kunne vi nævne Bygningsarbejdet paa Kölnerdomkirken, hvor et Lokomobil anvendes til at hejse Stenene op paa Hovedtaarnet, og den store Kran paa Sandthorkajen ved Hamborgs Havn, som ved Dampkraftens Hjælp er i Stand til at bringe selv de sværeste Kollis til og fra Borde.

Men ogsaa paa mange andre Maader kan et Lokomobil med Fordel anvendes, og det følger af sig selv, at stadig nye Anvendelser findes for det. Vi skulle som en saadan nævne dets Tjeneste til at tromle makadamiserede Gader og Veje, et Arbejde, der efter en stor Maalestok er bleven udført f. Ex. i og om Paris i de senere Aaringer. Man havde der som andetsteds altid før betjent sig af store Vejtromler af Sten eller Jern, men man blev kjed af dem, fordi det hele Optog af ofte indtil en halv Snes Heste, der vare nødvendige for at faa dem frem, ikke sjælden voldte Ulemper lige over for den almindelige Færdsel, ikke at tale om, at det kun gik langsomt baade med selve Kjørselen og især med at vende, og at de mange Heste, saalænge Skjærverne endnu ikke vare klemte ordentlig fast, rev dem op igjen med deres Hove og altsaa for en Del gjorde det engang udførte Arbejde spildt. For at hindre alt dette bestemte Municipalraadet, under hvem denne Sag sorterer, sig da til at lade Dampkraften træde i Hestenes Sted; men der kom saa den Vanskelighed, hvorledes skulde man dermed bære sig ad, hvorledes skulde man hensigtsmæssigst indrette sig en Damptromle.

Spørgsmaalet blev forelagt Teknikerne, som da nu toge fat, og flere Løsninger indkom, det vil sige, adskillige Apparater bleve overgivne til Raadets Prøvelse. Men kun to af dem kunde der være Tale om, og af disse to viste det sig endda senere, at kun det ene var virkelig formaalstjenligt. Disse to Apparater skyldtes, det ene Lemoine, det andet Ballaison.

Lemoines var en stor klodset Maskine, som gjorde alle Heste sky; dens Vægt, der virkede paa en enkelt Tromle, var overordentlig betydelig, saa at den paa Steder, hvor Grunden var en Smule blød, pressede hele Fordybninger ned i den; derfor blev den forkastet.

I Figur 169 ser man Ballaisons afbildet. Den har ved et flygtigt Øjekast en hel Del

Lighed med et almindeligt Agerdyrknings-lokomobil; men der er dog væsentlige Forskjelligheder imellem dem, saaledes da navnlig det, at de to Cylindre, der ligge bag Kjedlen, ere svingende Cylindre. Hver Cylinder driver sin af de to Tromler, og det saaledes at Stempelstængerne, hvis Bevægelse foregaar op og ned, afgive denne til en vandret Axel, hvorpaa er befæstet to smaa Tandhjul, et i hver Ende; disse Tandhjul overføre da atter ved Hjælp af Kjæder Bevægelsen til to andre paa Tromlerne anbragte større Tandhjul, og derved drives Maskinen frem. Kjedlen er en Rørkjedel. Hele Apparatet vejer med fornøden Forsyning af Kul og Vand 13 Tons; dets Maskine har 10 Hestes Kraft, dets Forbrug af Kul er 14—16 Pd. pr. Hestekraft i Timen.

Skal nu denne Kolos dreje til Siden, griber Maskinisten det i Figuren synlige Haandsving og drejer rundt derpaa; derved sættes to Skruer i Gang, af hvilke den ene drejer den forreste Tromles Axe en lille Smule ud af dens Stilling til den ene Side, medens den anden samtidig drejer den bageste Tromle i modsat Retning, og deraf følger da, at hele Apparatet forandrer Bevægelsesretning og gaar til den ene eller den anden Side, eftersom der nu drejes paa Haandsvinget. At vende helt omkring er selvfølgelig ufornødent, da Maskinen, som enhver anden Dampmaskine, kan omstyres; derved kan altsaa Tromlen lige saa godt sættes i Gang i den ene Retning som i den anden, og deri ligger igjen et Fortrin fremfor de af Heste trukne Tromler, som sammen med alle de øvrige, at den arbejder hurtigere, spærer Færdselen mindre og har større Kraft, naturligvis i alle Henseender gjør, at den er at foretrække.

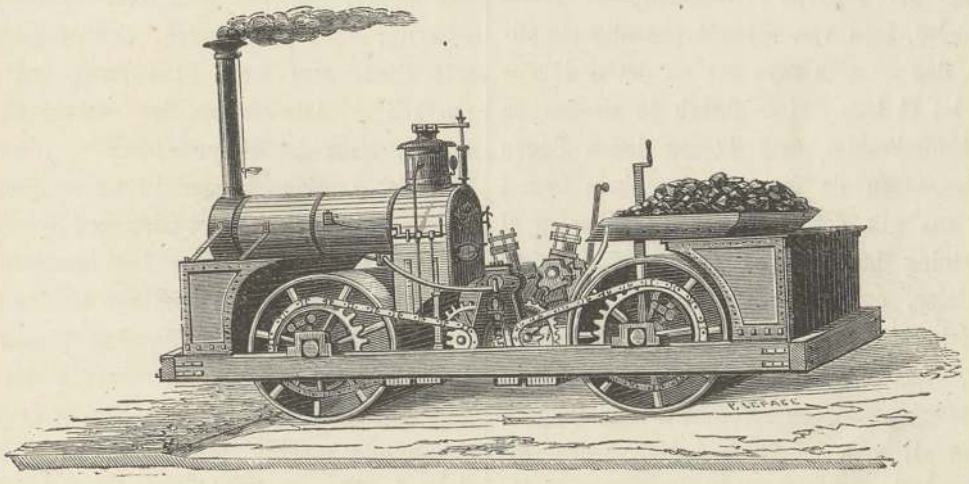


Fig. 169. Ballaisons Damptromle.

Vi begyndte Afsnittet om „Lokomotivet og Jernbanerne« (Pag. 200) med at omtale de aller første Forsøg, der ere gjorte med Dampkjørsel. Man saa da, at den Tanke at bevæge en Vogn fremad ved Hjælp af Dampkraft er meget gammel, ja lige saa gammel som Dampmaskinen selv; man blev gjort bekjendt med, at Watt allerede i 1784 havde taget Patent i den Retning; der gaves derefter en Skildring af Cugnots Forsøg i Frankrig, af Oliver Evans i Amerika og tilsidst af Trevithick og Vivians i England, som endte med, at de maatte slaa af paa deres oprindelige Plan at bringe Dampkjørsel i Gang paa almindelige Veje, for kun at søge at gjøre noget ud af Sagen paa de særegne Veje, der vare belagte med Skinner. Med andre Ord, man saa at det,

der oprindelig laa for som et Problem af universel Betydning, at det paa Grund af de mange Vanskeligheder, der stillede sig i Vejen for dets Løsning, svandt ind til at blive en Opgave af ren speciel Natur, den nemlig at konstruere en Vogn, som med tilstrækkelig Lethed og Hurtighed kunde løbe paa et Spor.

Saaledes begrændset kom da Opgaven til at ligge for allerede i Aarhundredets første Begyndelse, men var, skjøndt væsenlig simplificeret, dog — som man saa — derfor ingenlunde let at løse. Der forløb jo næsten en hel Menneskealder med Forsøg inden Sagen lykkedes, men da den saa først kom frem i 1830, saa gik det ogsaa i den Grad over al Forventning hurtigt med de nye Kjøretøjers Udbredelse, og saa medførte de en saa total Forandring i den hele daværende Kommunikation, at man vel nok tør slaa 1830 fast som et af Mærkepunkterne i vor hele Udvikling.

Nu vil man let kunne indse, at den Opmærksomhed, det nye vakte, og — om vi tør bruge det Udtryk — den Glands, hvormed det traadte frem, absolut maatte stille det oprindelige Problem i Skygge, saa meget mere, som det næsten syntes at gjøre det overflødigt, saasom man nu havde Midler til at kjøre saa godt som lige saa store Byrder, man vilde, og det med en Hastighed, hvormed der aldrig kunde blive Tale om at konkurrere paa de almindelige Landeveje. Det har da ogsaa virkelig været saaledes; der har fra omtrent midt i Trediverne været et mangeaarigt Pusterum, hvor der aldeles ikke har været Tale om anden Dampkjørsel end Jernbanekjørsel. Men før den Tid, og som umiddelbar Fortsættelse af Trevithick og Vivians og deres Forgjængeres Anstrængelser for at faa Dampvogne i Gang paa Landevejene, har der jævnsides med Forsøgene over Dampkjørsel paa Sporvejene gaaet en anden Forsøgsrække, — og det er den, der til at begynde med, her skal omtales.

Vi finde da, at den første der med nogen Iver og Vedholdenhed, som er værd at bemærke, har givet sig af med denne Sag, var en Læge og Kemiker i Cornwall ved Navn Goldsworthy Gurney. Han skal være kommen paa Ideen omtrent 1822, men først i 1825 vides han at have været ifærd med at realisere den, og det gik ingenlunde glat for ham. „Der tilkommer ham den Ære", siger Lardner, „at han er den første, der har godtgjort, at Tanken er udførlig; men den Vantro, den Modstand og selv Spot, som hans Plan fandt, var højst mærkelig. Alle sagkyndige Mekanikere optraadte strax imod hans Ideer . . . ." og ikke blot de, Lardner lægger til, „. . . . jeg maa tilstaa, det har ikke været uden med Forundring, at jeg i de sidste ti Aar har bemærket den store Vantro, som i Henseende til denne Sag har hersket endog blandt Mænd af videnskabelig Dannelse, en Vantro, som selv ved det mest afgjørende Bevis neppe kan bortryddes." Gurney selv sagde senere: „Iblandt de videnskabelig dannede Mænd, har ingen begunstiget min Mening uden afdøde Dr. Wollaston." Vist er det da altsaa, at han har maattet kjæmpe sig frem.

Imidlertid, frem kom han; en Dampvogn, som kunde gaa, fik han stillet paa Benene. Og det var en Dampvogn, der ialfald saaledes som den saa ud i den mest fuldkomne Skikkelse, den efterhaanden fik, havde optaget alle de Fuldkommenheder i sig, Tiden overhovedet raadede over. Den var forsynet med Rørkjedel, — ikke just en saadan som den, Lokomotiverne siden fik, men dog altid en Rørkjedel — og vel at mærke, denne Kjedel havde Gurney selv konstrueret. Man kan lettest forstaa, hvorledes den saa ud, naar man vil tænke sig at fire og fire Jernrør ere stillede saaledes sammen, at de danne Siderne i en Firkant, og disse firkantede Rammer saa igjen ere lagte paa Højkant ved Siden af hinanden. Man indser da, at der fremkommer et paa fire Sider af Rør omgivet Rum — og dette Rum blev be-

nyttet som Fyrrum. Rørrammerne mundede alle foroven ud i en fælles Beholder, der følgelig optog den udviklede Damp, naar Ilden, efterat Rørene vare fyldte med Vand, blev bragt til at blusse op, og som man ser var enhver mulig Overflade benyttet til Ildpaavirkningsflade, idet endog Ristestængerne, det vil sige de nederste Rør, vare Dele af Kjedlen. Der kunde da altsaa udvikles en betydelig Mængde Damp. Derhos anvendte Gurney Udblæsning, saaledes som Stephenson havde lært at benytte den, og endelig tog han al muligt Hensyn til at spare paa Varmen, idet han lagde Forsyningsrøret ind igjennem en Udvidelse paa Blæserøret, saa at Forsyningsvandet kom halvvarmt ind i Kjedlen. Dette var det vigtigste; Resten skal her ikke videre omtales.

Denne Kjedel var nu lagt op paa en Vogn, som dreves frem ved Cylindre og Krumtappe; til Dampvognen var fasthæftet en anden Vogn, en Diligence, hvis det gjaldt Passagerbefordring, en almindelig Arbejdsvogn, hvis der var Tale om Gods. Og nu fortælles der, at Gurney ikke blot skal have formaaet med denne Vogn at kjøre med en Hastighed af $2\frac{1}{4}$—$2\frac{1}{2}$ danske Mile i Timen, men han skal endog have kunnet passere betydelige Heldninger, saaledes Old-Highgate Bakken, hvis Stigning et enkelt Sted endog løber op til 1 paa 9 Fod. Imidlertid har han selv, efterat Sagen var bragt saa vidt frem, ikke faaet den tilbørlige Understøttelse fra Publikums Side til ret længe at kunne holde den Trafik mellem London og en af Smaabyerne udenfor i Gang, som han begyndte, — ialfald have vi intet nærmere kunnet finde derom, hverken om naar den hørte op, eller hvad der senere blev af hans Vogn.

Samtidig med Gurney optraadte Walter Hancock og Nathaniel Ogle, men kunde paa ingen Maade sættes i Sammenligning med ham; lige saa lidt formaaede Dr. Church i Birmingham, der tog Patenter paa Dampvogne til at anvendes paa brolagte Veje, dette, ja ikke engang de udmærkede og alt forhen ofte omtalte Fabrikanter Maudsley & Field, af hvem man i denne Retning lovede sig en hel Del, inden man fik at se, hvor lidt de præsterede. Deres Arbejder tabte sig i samme Glemsel som Oberst Macerones i London og Russells i Edinburgh.

Paa den anden Side af Kanalen blev der derimod gjort nogle Forsøg, som nok kunde taale en Sammenligning med Gurneys. Saaledes skal der i 1832 være bleven oprettet en regelmæssig Transporttjeneste ved Brüssel, og i Paris beskjæftigede man sig i 1834 — fire Aar altsaa efterat Jernbanerne vare komne i Gang i England, men inden de endnu havde naaet Fastlandet — en hel Del med en Dampdiligence, som adskillige Gange løb frem og tilbage mellem Paris og Versailles. Den skyldtes en Mand ved Navn Dietz, som til dens Konstruktion fik Hjælp af en Physiker Cazalat. Men heller ikke den formaaede at holde sig; den var for tung og gjorde for megen Larm, og derved skræmmede den de Heste, den mødte, samtidig med at den ved sin Røg forulempede de vejfarende. Den løb som sagt i nogen Tid frem og tilbage mellem de nævnte Steder, men da Opfinderen havde sat de Penge til paa den, han havde, var Herligheden forbi, og man hørte aldrig senere Tale om den.

Langt bedre var derimod ganske vist en anden fransk Dampvogn, hvis Konstruktion skyldtes Baron Séguier, medens Udførelsen lededes af Mekanikeren Pecqueur. Den afveg i adskillige Retninger fra de aller fleste lignende Maskiner; saaledes laa f. Ex. hele Maskineriet forrest paa Vognen ligesom paa Cugnots Dampvogn (Figur 115) og — hvad der ser ud som en stor Flothed, men efter Opfinderens Mening netop var det fortrinlige ved den — den havde et dobbelt Maskineri, et for hvert Hjul; det vil sige den arbejdede med fire Cylindre, to og to for hvert Forhjul. Kort og godt, den var saa meget som muligt indrettet paa at ligne

en almindelig Vogn, ɔ: ligesom en almindelig Vogn trækkes af to Heste, saaledes blev denne her trukket af to Maskiner, og ligesom den ene Hest undertiden skal rykke mere end den anden, saaledes kunde Konduktøren her lade den ene af Maskinerne arbejde med mer eller mindre Kraft, „akkurat som om to Heste havde trukket den", siger Séguier, „og Kudsken for at dreje holder den ene an og pidsker paa den anden." Forøvrigt havde Konduktøren i sin Magt at faa den til at løbe frem eller tilbage enten ved at træde paa to Pedaler eller rykke i et Par Vægtstænger.

„Nu er der ingen Tvivl om", mener Figuier, efter hvem vi gjengive dette, „at hvis Tidens Ideer vare blevne ved at gaa i Retning af Dampvogne, at de da havde medført en saadan Fuldendelse af denne Vogn, at den var kommen i almindelig Brug paa Hovedvejene." Vi tillade os at tro, at denne Ytring er mere vel ment mod Opfinderen end let at begrunde, thi uanset ethvert „hvis" og hvad der mulig kunde være sket, saa synes os den Kjendsgjerning, at de sidste Tiders Forsøg i samme Retning faktisk ikke har ledet til noget af Betydning, dog at turde fastslaa, at der endnu er et Hul i vore Kundskaber, som skal udfyldes, inden Sagen kommer i Gang, et Hul, som naar det ikke endnu har kunnet udfyldes, endnu mindre kunde være bleven fyldt ud i Trediverne.

Det være nu imidlertid som det vil, nok er det, at Séguier ligesaa lidt som sine Forgjængere fik noget holdbart ud af sine Anstrængelser, og lige saa vist er det, at der efter den Tid, da han arbejdede paa Spørgsmaalet, kom, hvad vi ovenfor kaldte et Pusterum i den lange Forsøgsrække, et Tidsrum af mange Aar, i hvilke der slet ikke hørtes Tale om Dampvogne, der skulde kunne kjøre paa almindelige Landeveje. Hvor langt dette Pusterum skal regnes, ja det kommer an paa, hvorledes man ser Sagen, det afhænger af, hvad man vil stille op som Opgavens Maal, — men saameget er sikkert, at denne nu er en hel anden end før.

Der kunde efter den fortrinlige Løsning af Spørgsmaalet om Dampkjørsel paa Skinneveje, som gaves i 1830 og derefter, aldrig blive Tale om, at nogen Dampvogn skulde kunne hamle op med Lokomotivet i Retning af Hastighed; der kunde overhovedet ikke være Tale om nogen Konkurrence imellem dem, saaledes at forstaa, at en Dampvognstrafik — man forstaar let den Forskjel, vi her gjøre paa Dampvogn og Lokomotiv — skulde kunne holde sig ved Siden af en Jernbane. Skulde altsaa Sagen tages op igjen, saa maatte det nødvendigvis ske med den Indskrænkning, at man maatte slaa af paa Hastigheden for at kunne lægge paa paa Massen, det vil sige, at man ligeoverfor den Fordel, der var forbunden med paa saadanne Steder, hvor Jernbanerne ikke kunde komme hen, at faa store Byrder slæbte afsted, maatte finde sig i, at de kun bevægede sig fremad med en temmelig ringe Hastighed. Set saaledes kunde man da altsaa nok vente, at Spørgsmaalet maatte komme frem paany, eller hellere, det vilde være ganske forunderligt, om det ikke atter var bleven rejst, thi Opgaven er selv med denne Indskrænkning stor og betydningsfuld, hvad enhver let vil indse uden yderligere Paavisning.

Og Spørgsmaalet kom da ogsaa op igjen, men forunderlig nok ad indirekte Vej, dermed mene vi som Bispørgsmaal til en hel anden Hovedopgave. Det er nemlig de nye Agerdyrkningsmethoder, Dampkulturen, Dampploejningen og Dampgrubningen o. s. v., der vakte det til Live igjen. Man har jo i det foregaaende alt set, hvorledes disse nye Methoder kom frem, og man vil deraf erindre, at Fowlers Dampmaskine fra først af var en stillestaaende Maskine, det vil sige et Lokomobil, der ikke flyttede sig selv. Men efterhaanden som Dampkraftens Brug i Landvæsenets Tjeneste blev mere og mere almindelig, kom naturligvis der-

med Ønsket om, at Lokomobilmaskinen skulde kunne flytte ikke blot sig selv ud paa Marken og frem og tilbage paa den, men ogsaa trække en eller flere andre Vogne med sig, kort sagt, det at faa Lokomobilet gjort selvbevægeligt, det kom som en Affødning af alt det andet.

At det nu blev realiseret, det har man i det foregaaende hørt, der er jo endog i Figur 164 givet en Afbildning af et selvbevægeligt Lokomobil. Vi skulle derfor her ikke komme tilbage dertil igjen, men kun det slaa vi fast, at hvis man i de Maskiner, der da bleve omtalte, vil se en Løsning af Spørgsmaalet om Dampkjørsel paa almindelige Landeveje, saa er altsaa dette Spørgsmaal ikke blot kommen frem igjen, men endogsaa løst paa et Tidspunkt, der med et rundt Tal ligger ved 1860; Forbedringer ere naturligvis senere indførte. Men dette, indser man let, er en endnu yderligere Indskrænkning af det almindelige Problem, end den første, og der er i dette her trods Bevægeligheden dog altid mest af den faststaaende Maskine tilbage, idet det dog altid er Hovedhensigten at tage Maskinkraften i Brug, netop naar Maskinen staar stille paa samme Plet.

At det imidlertid gik at faa Lokomobilmaskinen gjort transportabel, det gav igjen den gamle Ide Næring, og saaledes forstaar man da, hvad vi mente med, at Problemet kom op igjen ad indirekte Vej, idet man nu har Hovedpunkterne: Agerdyrkningslokomobil, derfra selvbevægeligt do., og derfra igjen Vejlokomotivet, det vil sige et Lokomobil, hvis Arbejde det netop er at bevæge sig. Og nu indser man da, at denne sidste Svingning i Spørgsmaalet efter hele Udviklingens Gang nødvendigvis maatte komme frem noget senere end den sidst omtalte, saa at det først er paa Udstillingerne efter 1860, navnlig paa Londonnerudstillingen 1862 og de følgende, at man kan vente at finde virkelige Vejlokomotiver udstillede. Det har da ogsaa været Tilfældet.

Virkelige Vejlokomotiver! ja det vil sige mer eller mindre vellykkede Forsøg paa saadanne, thi helt ere de endnu ikke lykkedes, der foreligger endnu ikke nogen Maskine, der har formaaet at trænge igjennem i Praxis og skaffe sig almen Udbredelse. Er da de Vanskeligheder, der stille sig i Vejen for Løsningen, saa store, og hvori bestaa de? Ja store ere de i Sandhed og mange er der. Der er da for det første den, at et Lokomotiv maa besidde en i Forhold til Byrden ganske anderledes stor Trækkekraft paa en Landevej end paa en Jernbane, baade fordi Modstandene her ere større, og fordi der i Almindelighed findes meget stærkere Stigninger. Deraf følger saa igjen, at det maa være meget tungt, selv om der kun forlanges, at det skal trække et Par Vogne efter sig, og dette medfører atter, at det trykker sig dybt ned i Vejen, saa at det let bliver siddende fast, hvis denne er blød. For det andet taaler det ikke i Længden de Stød og Rystelser, som det nødvendigvis maa lide; der vil snart ske Brud hist, snart her, snart vil en Stang bøjes, snart et af de arbejdende Organer komme i Uorden o. s. v., kort sagt der er saa meget at tage Hensyn til, saa meget at overvinde, at selv med den Erfaring, man nu har hentet fra Jernbanerne og Lokomotiverne, har man ikke været i Stand til at komme ud over Hindringerne.

Det følger af sig selv, at disse Vanskeligheder mindst faldt de første Konstruktører i Øjnene, og deraf forklares det igjen, at de første Udstillinger efter 1860 havde de fleste Vejlokomotiver at fremvise, medens Antallet er gaaet gradvis nedad siden; i Hamborg 1863 var der f. Ex. 8, i Stettin og Köln 1865 paa hvert Sted kun 3, og derefter en 3—4 Stykker paa alle senere, paa Pariserudstillingen 1867 f. Ex. 4. Fik man saa blot at vide, hvor mange af alle dem, der virkelig have været prøvede paa længere Router, saa vilde man vist se, at det kun var saare faa; man vilde

sikkert komme til det Resultat, at de havde opgivet deres Bevægelighed og nu fandtes staaende rundt omkring i Arbejde som almindelige Landbrugslokomobiler. Men skjøndt det altsaa virkelig er saaledes, at intet brugbart Vejlokomotiv endnu er leveret, saa maa vi dog her omtale et Par af de Forsøg, der ere gjorte, deriblandt det eneste, der hos os har spillet nogen Rolle.

Som et af de ældste omtale vi da først det, der i 1864 blev prøvet i Nantes, og som var konstrueret af Lotz aîné. Det kom Aaret efter til Paris og løb der paa Orsaykajen med en Vogn efter sig, „kunde standse øjeblikkeligt, dreje til hvilken Side, man vilde, og krydse mellem de Vogne og Fodgjængere, det mødte.“ Senere endnu trak det sig selv fra Nantes til Paris, en Strækning af circa 60 Mil, hvortil det brugte 8 Dage, og kom saa ud til Versailles, hvor det blev sat i regelmæssig Gang i et Gibsbrud. Hvordan det saa er gaaet med det siden, det vide vi ikke, men saa meget er vist, at dets Konstruktør maa have ment at kunne gjøre noget endnu bedre ud af det ved at afændre det saaledes, at den vandrette Stilling, Kjedlen oprindelig havde, blev ombyttet med en lodret, ialfald har han i 1867 udstillet et Vejlokomotiv med lodret staaende Kjedel i Paris, men om det var der meget delte Meninger. Dets Stabilitet var ikke meget stor, det havde en urolig Gang o. s. v. kort sagt, det var langt fra, at det vandt alment Bifald.

Et i nogen Tid meget omtalt Vejlokomotiv er det af R. W. Thomson i Edinburgh i 1867 konstruerede. Om hvert af dets 3 Hjul er der lagt en tyk og bred Hjulbandage af vulkaniseret Kautschuk, hvormed Meningen er den at modvirke Stødenes og Rystelsernes skadelige Indflydelse og tillige forhindre, at Vejen bliver opkjørt. Bandagerne ere igjen efter Breden belagte med Stykker af Staalskinner, hvilket har vist sig at være nødvendigt for at skaffe tilstrækkelig Vedhængning i fedtet Føre. Kjedlen er en staaende Kjedel; Ildstedet ligger bagest og passes derfra af Fyrbøderen, medens selve Maskinmesteren har sin Plads foran. Maskinen har to liggende Cylindre, hvis Stempelstænger sætte en vandret Axel i Omdrejning; fra denne Axel, som er forsynet med to Drev, overføres Bevægelsen saa atter enten umiddelbart eller ved en Mellemaxel til Tandkrandse paa Drivhjulenes Indersider, alt eftersom Vejens Stigninger kræve en forskjellig Omdrejningshastighed. Der er tillige sørget for, at man kan sætte det ene Hjul i Gang uafhængigt af det andet, og deraf følger igjen, at Lokomotivet kan gjøre temmelig korte Sving.

Hvad nu dette Lokomotiv angaar, da var det som sagt i nogen Tid svært paa Tale og gjorde i det hele en ikke ringe Opsigt. Der forelaa Beretninger om, at det var sat i Gang baade her i Europa og paa Ceylon og Java, og — for at tage et bestemt Exempel — fra Aberdeen fik man at vide, at det med stor Nytte arbejdede for en Møller, hvis Korn og Mel det tre Gange daglig slæbte fra Byen til Møllen. Senere har Efterretningerne derom været sparsomme; man har vel nu og da hørt, at der var foretaget Prøvefarter paa en ny Route, men om de have ledet til, at en virkelig regelmæssig Transport blev oprettet, det have vi i det mindste ikke formaaet at finde noget om; saa meget er vist, at det aldrig er bleven noget almindelig anvendt Apparat.

Hos os har der kun en eneste Gang været gjort et alvorligt Forsøg paa at bringe et Vejlokomotiv i Fart. Det var i 1862, da Hr. E. C. C. Christiansen i Frederikshavn forskrev en Maskine fra Rickett i Buckingham for dermed at oprette en Godstransport paa Strækningen Frederikshavn—Hjørring—Nørresundby, en Vejlængde paa omtrent 11 Mil. Det skulde kunne trække en Vægt af 30,000 Pd. paa Veje, hvis Stigning højst løb op til 1 paa 14, med 1 Mils Hastighed i Timen, og det skulde kunne standse pludselig midt paa

Skraaningen, om fornødent gjordes, og ligeledes pludselig kunne sættes i Fart igjen.

Det hele Apparat vejede 24,000 Pd., deri medregnet Kul og Vand; det løb paa tre Hjul, to store Drivhjul og et mindre Styrehjul, hvert Drivhjul igjen sat i Gang af sit særegne Maskineri, saa at det kunde dreje om det andet. Hvad dets ydre Udseende ellers angik, da var det alt andet end kjønt, en stor klodset Tingest, der nærmest lignede et Landbrugslokomobil med en derpaa anbragt Tenderkasse foran. Hvorledes Maskineriet var indrettet var ikke til at se, da det helt var omgivet af en Kappe, som skulde beskytte det mod Støv og Snavs, men de indviede vidste dog, at det havde to lodret stillede Cylindre, der som sagt hver virkede paa sit Hjul.

Nu kom det da til Kjøbenhavn i Eftersommeren 1862 og foretog der den 3die Oktbr. en Prøvefart for Bedømmelseskomiteen med 3 Waggoner efter sig. Over Langelinie, som det trods de mange Krumninger passerede med Lethed, gik det ad Strandvejen, Jagtvejen og Falkoneralleen til Frederiksberg, derefter op over Frederiksberg Bakke et Stykke henad Roskilde Landevej, og her gjorde det til alles Forundring det Kunststykke at vende med Vognene efter sig. Dagen efter gjorde det endnu en Tur for Indenrigsministeren, som ogsaa løb heldig af, og nu indskibedes det til sit Bestemmelsessted for tre Gange om Ugen at tilbagelægge den alt angivne Vej. Men det var som om Vendsyssel, saaledes hed det, befandt sig langt bedre ethvert andet Sted end netop i det Land, hvis Navn det bar, thi lige fra det Øjeblik, det kom paa vendsysselsk Grund, foer der en Stædighedens Aand i det, saa det aldeles ikke vilde gjøre Gavn. Der blev prøvet flere Gange og gjort alt muligt for at faa det i Gang, men forgjæves; det vilde ikke mere.

Dermed faldt Sagen hen, og der har aldrig siden været alvorlig Tale om at faa den frem igjen.

DAMPMASKINENS AFLØSERE.

(TILLÆG.)

KRAFTMASKINER FOR SMAA BEDRIFTER.

Det er en Kjendsgjerning, at Arbejderne altid have stillet sig fjendtlige til enhver ny opfunden Maskine, fordi de i den have set en Fjende, der vilde om ikke just tage dem Brødet helt ud af Munden, saa dog reducere Arbejdslønnen betydeligt. At dette har været en fuldkommen fejlagtig Anskuelse, det viser aller bedst det Faktum, at der efter at Tusinder og atter Tusinder af Maskiner af alle Slags ere komne i Gang dog saa langt fra er overflødig Arbejdskraft, at der tværtimod trindt omkring fra føres lydelige Klager over, at Arbejdere ere saa vanskelige at faa, selv til en Løn, der nu er langt højere end før.

Men er det saaledes, saa følger deraf som nødvendig Konsekvens, at de forskjellige Bedrifter, det være sig industrielle eller hvilke som helst andre, maa lægge sig efter i saa stor en Udstrækning som muligt at indføre Maskindrift og aller mest gjælder dette igjen den lille Bedrift, der aller daarligst kan taale at udrede en stor Arbejdsløn, og som aller vanskeligst kan holde Stand lige over for de Bevægelser i Arbejderforholdene, de sidste Tiders Striker og Fordringer om baade højere Løn og kortere Arbejdstid have medført i alt for rigt et Maal. Det kan da altsaa med Føje siges, at skal Industrien i det hele taget vente sig en forøget Fordel ved at lægge an paa Benyttelse af Maskiner, saa bliver det de smaa Bedrifter, for hvem Spørgsmaalet faar mest Betydning, — til Gjengjæld har det saa rigtignok ogsaa været dem, der længst have maattet undvære den uhyre Hjælp, Maskinerne, navnlig Kraftmaskinerne, formaa at yde.

Sagen er nemlig den, at Dampmaskinen — og om den har der indtil den seneste Tid alene kunnet være Tale som Kraftmaskine — vel ved de mange Forbedringer, Aarene bragte, blev bragt op til at være en Universalmotor i den Forstand, at den lod sig benytte til at drive enhver Arbejdsmaskine; men den blev det sandelig ikke paa den Maade, at den under alle Forhold var lige gunstig at anvende, hvad da ogsaa i det foregaaende alt tildels er paavist. Af Tabellen Side 101, som angiver den virkelige Nyttevirkning, Maskinerne med de vedføjede Hestekræfter afgive, er det nemlig allerede bekjendt, at jo ringere Kraft, Maskinen har, desto mindre Nyttevirkning haves der af den; men var Tabellen fortsat udover de Angivelser, der findes for de med mindst Kraft opførte Maskiner, saa vilde dette være bleven endnu mere indlysende. Der er imidlertid en

Hoben andre Omstændigheder, der endnu her komme med, og dem er det, vi paa dette Sted ville henlede Opmærksomheden paa, for deraf for det første at faa draget den Slutning, at Dampmaskinen i det hele taget ikke egner sig for smaa Bedrifter, og derudaf igjen at faa Forklaringen paa, hvorfor andre Kraftmaskiner have kunnet fremstaa og vinde Udbredelse ved Siden af den.

Dampmaskinen udfordrer, selv naar den er udført i nok saa ringe Maalestok, ganske de samme komplicerede Indretninger og ganske den samme omhyggelige Pasning, som naar den er bestemt til at arbejde med endog mange Hundrede Hestes Kraft. Men medens den store Fabrikant let kan afgive en Mand til at have Opsyn med den, let kan anlægge en Pumpe eller Brønd til den nødvendige Vandmængdes Hidførsel, og i sin store Fabrik altid er belavet paa at have et Rum til de nøvendige Kul o. s. v., saa er alt dette for den lille Fabrikant, der skal leje sig ind hos en anden, langt fra nogen let Sag. Og saa har han, som ovenfor anført, trods det, at alle de mange Omstændigheder eller vel rettere Omstændeligheder, der ere forbundne med Dampdrift, ikke engang formindskes i samme Forhold, som Maskinerne blive mindre, men tværtimod blive saameget mere byrdefulde, som der er daarligere Tid, daarligere Plads og daarligere Raad til at tage Hensyn til den, saa har han ikke engang det derfor, at han forholdsvis har den samme Nyttevirkning ud af sin Maskine. Dertil kommer saa endnu, at den lille Bedrift saare sjeldent uafbrudt kan benytte en Kraftmaskine, hvoraf igjen følger, at denne snart skal sættes istaa, snart atter i Gang, men derved tabes en overordentlig stor Mængde Varme, ikke at tale om — hvad der for den lille Bedrift er meget væsenligt, — at der jo ogsaa er et Tidstab forbunden dermed, idet Kraften ikke staar til fuld Raadighed i samme Øjeblik, som der er Brug for den, men først fordrer, at en længere Tid anvendes til Paafyring og dermed følgende Tilsyn. Men dette er endnu ikke nok; skal der være Tale om en nogenlunde økonomisk Benyttelse af Varmen, saalænge Maskinen gaar, saa maa Kjedlen indmures; dette forøger imidlertid Anlægskapitalen og lader sig ikke engang altid gjøre, fordi der ikke er Plads dertil; endelig fordrer Maskinens betydelige Vægt — omtrent 20 Centner pr. Hestekraft — ofte særegne Funderinger, kort sagt, der er en overordentlig stor Mængde Omstændigheder at tage Hensyn til, og saa er — vi gjentage det endnu engang — Udbyttet dog forholdsvis ringe.

Det er alt dette, der har givet Anledning til, at der ved Siden af Dampmaskinen og som Konkurrenter lige over for den, er opstaaet en Del andre Kraftmaskiner, der skulde kunne gjøre Fyldest, hvor den er mindst paa sin Plads, altsaa navnlig i de smaa Bedrifter; dem skulle vi her ganske kort give en Oversigt over. Først bemærke vi dog*), at alle Kraftmaskiner, der kunne være Tale om at bruge i den lille Bedrift, lade sig sammenfatte i to Hovedgrupper, nemlig 1, de, som selv producere deres Arbejdsmedium, hvad enten dette nu er Damp eller ophedet Luft eller en elektrisk Strøm, og 2, de, som faa deres Arbejdsmedium fra en større Beholder, som lige over for deres Forbrug er at anse for uudtømmelig, altsaa f. Ex. de som arbejde ved Hjælp af Gas eller Vand.

Til den første Klasse høre

1, Dampmaskinen,

2, de kaloriske Maskiner,

3, de elektromagnetiske Maskiner,

*) Det følgende er hovedsagelig gjengivet efter Dr. Geisenheimer i Koller: Der praktische Techniker der Neuzeit 1873.

til den anden

1, Lenoirs Gasmaskine,
2, Otto-Langens atmosphæriske Gasmaskine,
3, Vandtryksmaskiner,
4, Maskiner, som virke ved sammenpresset Luft,
5, alle Slags Transmissioner.

Hvad de første af dem angaar, Dampmaskinerne, da ere de nu alt omtalte; der er her kun at tilføje, at Prisen paa en Dampmaskine paa 1 Hests Kraft er omtr. 750 Rdl., og at de bedste, der arbejde med et Overtryk af indtil 5 Atmosphærer, forbruge omtrent for 8 Sk. Kul pr. Arbejdstime.

De kaloriske Maskiner (Varmluftsmaskinerne) skyldes fra først af Ericsson, idet han efter nogle uheldige Forsøg i 1853, senere fandt en nogenlunde brugbar Konstruktion. Der var i 1859 allerede over 1000 af dem i Gang i Nordamerika, deriblandt circa 150 i New-York. Senere have de ogsaa fundet Indgang i Europa, og fabrikeres der navnlig i Nürnberg hos Klett og Comp. af særdeles Godhed, ligesom de ogsaa i denne By ere en hel Del udbredte. Principet i dem er, at de drives ved Hjælp af den Spændkraft, Luften faar, naar den bliver ophedet, og deri ligger, som man ser, allerede det Fortrin, at de ere uafhængige af al saadan kompliceret Indretning, som ved Dampmaskinerne er nødvendig for at skaffe Kjedlen Vand. Naar Maskinen er sat i Gang, pumper den selv Luft ind i en Beholder, hvor den opvarmes; den Spænding, der herved erholdes, benyttes saa til at sætte et Stempel i Gang, og dettes Bevægelse overføres endelig paa et Svinghjul. Herved er altsaa sparet en Kjedel, og for saa vidt er Maskinen simplificeret, og dens Vægt formindsket; men til Gjengjæld er saa rigtignok foruden alle de Ulemper, der ere beholdte, andre komne til. Saaledes kan f. Ex. den kaloriske Maskine lige saa lidt som Dampmaskinen sættes i Gang uden længere Tids Opvarmning; og hvad Tilsyn angaar, da udkræves dette i lige saa højt Maal her som der. Den overordentlig tørre Hede, der udvikles under Arbejdet, gjør Opholdet i Maskinrummet usundt og ødelægger enhver Tætning i Maskinen selv. Bestandig maa der derfor smøres, og det uagtet der til Afkjøling af de for Heden mest udsatte Steder stadig bruges Svalevand. Derhos lider Maskinen af den Mangel, at dens Kraft saa godt som ikke kan ændres; en to Hestes Maskine gaar med to Hestes Kraft, aldrig med mere og kun indenfor meget snævre Grændser med mindre. Maskineriet maa, forat det overhovedet skal kunne gaa, være udarbejdet med en overordentlig Grad af Nøjagtighed; sker der mindste Beskadigelse, saa synker Arbejdsevnen strax betydeligt. Det er alt dette, som har gjort, at den Slags Maskiner, trods den Udbredelse, de som ovenfor anført fik strax efter deres Opkomst, dog ikke alene aldrig ere komne almindelig i Brug, men endog ganske vist efterhaanden ville blive fortrængte igjen, hvor de nu bruges, hvormed ogsaa stemmer, at de kun sjeldent findes paa Udstillingerne. Prisen paa dem er en lille Smule højere end paa en god lille Dampmaskine; Driftsomkostningerne de samme.

Hvad de elektromagnetiske Maskiner angaar, som for første Gang bleve forsøgte i større Maalestok, da Professor Jacobi fra Dorpat i 1839 lod en saadan indsætte i en Baad, med hvilken han vilde sejle paa Newaen, da have de aldrig formaaet at trænge sig frem til nogen Betydning. Dertil ligger Grunden ikke alene i, at de fordre en betydelig Driftsomkostning, — Forholdet er omtrent, som om man vilde brænde Zink under en Dampkjedel i Stedet for Kul — men ogsaa ganske vist deri, at det store Publikum kun ugjerne giver

sig af med en saa lunefuld Kraft — om man tør bruge det Udtryk — som Elektricitet, til hvilken der skal et særdeles nøje Kjendskab for med Sikkerhed og Lethed at kunne styre den. Principet i den er ganske det samme, som kommer igjen ved Telegraphen; en stærk elektrisk Strøm ledes om en eller flere bløde Jernkjærner, som derved blive magnetiske og altsaa kunne tiltrække nogle Jernankre, hvis Bevægelse saa overføres paa en Axel. Der er navnlig forhen konstrueret ikke saa ganske faa af dem, og det i de mest forskjellige Øjemed; snart har man særlig haft for Øje at drive en Symaskine, snart har det gjældt at drive Vogne frem o. s. v., men som sagt der er ikke vundet noget praktisk brugeligt Udbytte. Paa Pariserudstillingen i 1867 var der kun nogle enkelte at se, deriblandt en, som skyldtes en fransk Ingeniør Casal, og hvis Opgave det var at trække en Symaskine, et særdeles nydeligt lille Apparat, — og en meget sindrig af Moor i Birmingham udtænkt Maskine, som han benyttede til at polere Pletvarer; den sidste, der var paa $\frac{1}{2}$ Hestes Kraft, udfordrede 15 bunsenske Elementer.

Af alle de Maskiner, der selv producere deres Arbejdsmedium, er altsaa ganske i Almindelighed den lille Dampmaskine at anse for den hensigtsmæssigste.

Ideen til den første Maskine, som ikke selv skulde producere sit Arbejdsmedium, er meget gammel; den løber nemlig op til omtrent 1690, da Huyghens vilde konstruere en Maskine, som skulde drives af den Kraft, en Krudtladning avlede ved at explodere. Noget senere tog Papin fat paa det samme Spørgsmaal (se Side 19), men for ham gik det lige saa lidt som for hans Forgjænger. Derefter gik saadanne Explosionsmaskiner i Glemmebogen i henved et Par Hundrede Aar, saa først i vore Dage har der atter været Tale om ad den Vej at producere Arbejdskraft, nu dog ikke længere ved Krudt men ved en explosibel Luftart.

I Juni Maaned 1860 hørte man for første Gang*) Tale om en Maskine, som i den lille Bedrift skulde kunne afløse Dampmaskinen. Den skyldtes Franskmanden Lenoir, som ved dens Konstruktion i alle Henseender havde haft Dampmaskinens arbejdende Organer for Øje. Ligesom ved Dampmaskinen Dampen ved Hjælp af en Glider ledes ind afvexlende foran og bag et Stempel, saaledes besørger ogsaa her en Glider den regelmæssige Fordeling af den explosible Luftart — en Blanding af Belysningsgas og atmosphærisk Luft — paa begge Sider af et i en Cylinder bevægeligt Stempel. Naar en passende Mængde er bragt ind, slaar en elektrisk Gnist over, Explosionen foregaar, og Stemplet kastes nu fremad og driver paa sædvanlig Maade de paa dets modsatte Side værende Forbrændingsprodukter ud gjennem et Gliderafløb. Den stærke Hede, som udvikles af de hurtigt paa hinanden følgende Explosioner, medfører Nødvendigheden af, at der stadig bruges en betydelig Mængde Svalevand, som Maskinen enten selv maa oppumpe eller tage fra en Vandledning. Maskinen var til at begynde med naturligvis en Del ufuldkommen, navnlig hændte det ofte, at Explosionerne slet ikke indtraf; det er der dog nu ved en ny Glidermekanisme raadet Bod paa, saa at Gangen er regelmæssig og rolig som paa en Dampmaskine. Hvad angaar Driftsomkostningerne, da falder Fordelen utvivlsomt paa Dampmaskinens Side, men saa har til Gjengjæld Gasmaskinen det uvurderlige Fortrin, at man kan opstille den selv i det mest indskrænkede Arbejdslokale, i hvert Stokværk, ja næsten i enhver Krog, og saalænge den ikke arbejder, fordrer den ingen Udgifter. Paa en Konkurrence med Dampmaskinen udover Grændserne 1—2 Hestes Kraft er der dog ialfald foreløbig ikke at tænke, da Gasmaskinen, som

*) Moeff havde rigtignok tidligere forsøgt noget ganske lignende, men havde aldeles ikke faaet noget ud deraf, som kunde kaldes Maskine.

den nu er, ikke kan overskride denne Grændse uden at miste de fleste af sine Fortrin. Indenfor de nævnte Grændser kan derimod Konkurrence vel finde Sted, og det er da ogsaa en Kjendsgjerning, at der mangesteds hos Snedkere, Drejere, Possementmagere o. s. v. anvendes Gasmaskiner med største Fordel.

Hugon har senere forbedret Lenoirs Maskine derhen, at Explosionen ikke iværksættes ved elektriske Gnister men ved to almindelige Gasflammer.

Lenoirs Gasmaskine gav naturligvis strax Stødet til at adskillige andre lignende kom frem; iblandt dem skal her kun nævnes den Otto-Langenske atmosphæriske Gasmaskine, der ubetinget er den mest fuldkomne af dem alle sammen, Lenoirs iberegnet. Den er konstrueret af Fabrikanterne Otto og Langen i Köln — kaldes derfor ogsaa ofte Kölner Gasmaskinen — og det ifølge den Grundsætning, at man ikke skal anvende den ved Explosionen fremkaldte Udvidelse af Luftarterne som Bevægekraft, men tværtimod tage Nytte af den Sammentrækning af Forbrændingsprodukterne, som opstaar derved, at Luftarterne, saasnart de have mistet deres Varme og følgelig deres Spændkraft, ved Atmosphærens Tryk trænges sammen igjen til deres normale Rumfang. Som Følge deraf er deres Maskine saaledes indrettet: I en foroven aaben, opretstaaende Cylinder bevæger sig et Stempel lufttæt op og ned. Ved en særegen Gliderindretning ledes der, saasnart Stemplet begynder at gaa tilvejrs, en Blanding af Belysningsgas og Luft ind under det, og denne Blanding antændes — paa en Maade, som her ikke nærmere skal forklares — strax efter af en ved Siden af Glideren anbragt Gasflamme; Blandingen exploderer da, og Stemplet kastes tilvejrs. Til Stemplet er fastgjort en lang Tandstang, som griber ind i et Tandhjul, der sidder løst paa Maskinaxlen og kun er forbunden med den paa en noget lignende Maade, som Spærhjulet i et Uhrværk med sin Axel; løber altsaa Tandhjulet rundt til den ene Side, saa gaar Axlen ikke med, men gaar Bevægelsen til den modsatte Side, saa sker der et lignende Indgreb, som naar Klinkerne i Uhrværket falde ind i Spærhjulets Tænder, og saa gaar Axlen med. Saalænge nu Stemplet gaar op, bliver Tandhjulet drejet rundt, men da det netop ved denne Bevægelse er uden Indgreb med Axlen, saa overføres altsaa Kraften ikke paa denne. Den Spænding, Luftblandingen under Stemplet fik ved Explosionen, aftager under Stemplets Bevægelse opad i Forhold til Rumforøgelsen; samtidig tabe Forbrændingsprodukterne lidt efter lidt deres Varme, og Følgen bliver, at de trække sig sammen. Derfor er der i det Øjeblik, Stemplet er kommen aller højst op, endog et noget luftfortyndet Rum under det, og dette sammen med den ydre Lufts Overtryk trykker det da ned igjen. Det Arbejde, den atmosphæriske Luft altsaa kommer til at gjøre, bestaar i at trykke Stemplet ned, ligesom ved Newcomens Maskine (Side 28), og det er dette Arbejde, der nu strax gjøres frugtbringende. Idet Stemplet nemlig gaar ned, tvinger Tandstangen Tandhjulet rundt i modsat Retning af før; Hjulet faar altsaa nu Indgreb med Axlen, og kort sagt denne gaar nu rundt. Er Stemplet derefter kommen helt ned, saa løftes det et lille Stykke i Vejret, derved at en Vægtstang, som drives af Svinghjulet, griber fat og hæver det. Skjøndt det kun er et meget lille Stykke, det paa den Maade gaar op, er den derved frembragte Sugning dog tilstrækkelig til at skaffe en ny, passende brændbar Luftmængde ind i det derved opstaaede tomme Rum, — og nu begynder samme Spil igjen. Man indser da nu altsaa, at en uafbrudt Bevægelse af Axlen maa fremkomme; i den Tid, den ene Halvdel af Stempelslaget foregaar — opad nemlig — ved Svinghjulets Kraft, i den anden Halvdel — nedad — ved Atmosphærens Tryk. Forbrændings-

produkterne presses neden ud gjennem Glideren, og ved at dreje en Hane paa dens Afløbsrør mer eller mindre for, vil man kunne regulere Maskinens Gang. Det er nemlig klart nok, at hvis Afløbet gjøres snævrere, saa kunne Forbrændingsprodukterne ikke slippe saa hurtig bort som før; Stemplet lider altsaa, idet det gaar ned, et Modtryk nedenfra, og Resultatet bliver, at det bruger mere Tid til at gaa nedad, eller hvad der er det samme, at der gjøres færre Stempelslag i samme Tid; hvad Opgangen angaar, da bliver den den samme, og der udfordres ogsaa akkurat samme Mængde Gas til at fremkalde den. Det er da altsaa muligt paa anførte Maade at lade Maskinen arbejde med større eller mindre Kraft uden at Gasforbruget pr. Stempelslag forandres. Dette konstante Gasforbrug er overordentlig ringe; det beløber sig pr. Hestekraft til 32 Kubikfod i Timen uden Hensyn til Maskinens Størrelse, hvorefter altsaa Driftsomkostningerne pr. Hestekraft i Timen stille sig meget ringe*). Prisen for en Maskine paa 1 Hestes Kraft er noget større end for en lige saa stærk Dampmaskine, nemlig 855 Rdl. dansk, men saa har den til Gjengjæld særdeles store Fortrin fremfor en Dampmaskine. Den behøver intet stadigt Tilsyn, den kræver ingen Paafyring under Arbejdet, og hvad der vel for den lille Bedrift er af aller størst Betydning, den kan øjeblikkelig sættes i Gang med fuld Kraft og lige saa øjeblikkelig stoppes, uden efter Standsningsøjeblikket at sluge nogen Kapital. Der er ikke nogen Fare for Explosion forbundet med den, hvorfor altsaa Arbejdslokalets Forsikkringspræmie ikke forhøjes. Maskinen tager en meget mindre Plads end en lille Dampmaskine, nemlig for en 1 Hestes Maskine kun 9 Kvadratfod, for en $\frac{1}{2}$ Hestes 4, og da den kun vejer lidt, ere Funderinger ikke nødvendige. Naturligvis egner den sig paa Grund af de ovenfor udviklede Egenskaber om hurtig Standsning o. s. v. særdeles for saadanne Bedrifter, der kræve hyppige Afbrydelser; men ogsaa fra Etablissementer, som uafbrudt kræve Kraft, foreligger der Vidnesbyrd om, at de foretrække denne Maskine fremfor enhver anden Motor.

I den aller sidste Tid have Gasmaskinerne faaet en Konkurrent i Vandtryksmaskinerne. Det Vand, der fra Vandværkerne sendes ind i Byerne, er underkastet et Tryk, som kan benyttes som Arbejdskraft, og de Maskiner, der ere baserede derpaa, staa hvad rolig Gang og Lethed og Billighed angaar langt over alle de andre hidtil omtalte. Mest udbredte ere den Slags Maskiner i Zürich, hvor man ved Anlægget af Vandledningen tog særligt Hensyn netop til Vandets mekaniske Anvendelse. Der er nemlig i Zürich anlagt to Vandledninger, saaledes at forstaa, at den ene af dem, den, som leverer Drikkevandet, aldeles ikke er lagt ind i Husene, men kun forsyner de offentlige Brønde. Den anden Ledning derimod, der afgiver Vand til Vaskning, Kogning og andre Øjemed i Husholdningen og Industrien, er lagt op i Husene til de øverste Etager. Da den var færdig, udsendte Byens Magistrat i Januar 1870 en Opfordring til Ingeniørerne om at konstruere Vandtryksmaskiner, som kunde arbejde med det nu tilvejebragte Tryk. I Reglementet, som var affattet af Stadsingeniøren Bürkli-Ziegler, blev der forlangt, at disse Maskiner skulde være indrettede for et Normaltryk af 95 Fod, men dog ogsaa skulde kunne afpasses til Tryk af fra 60 til 150 Fod, at de endvidere skulde levere en Middelarbejdskraft af $\frac{1}{4}$ Hestekraft, og kunne reguleres under Gangen; endelig at de skulde kunne taale et tilfældigt Tryk af indtil 15 Atmosphærer. Som Svar paa denne Opfordring fremkom der 15 Maskiner, og iblandt dem en ganske efter Princippet for Dampmaskinen indrettet dobbeltvir-

*) Exempelvis kan anføres, at den to Hestes Maskine, der benyttes i det herværende, Hr. Kancelliraad J. C. Dreyer tilhørende Stiftsbogtrykkeri, kun bruger for 3 Mk. 12 Sk. Gas pr. Arbejdsdag. Den kostede for 2 Aar siden 880 Rdl.

kende Maskine med svingende Cylindre fra Civilingeniør A. Schmid i Zürich; den erklæredes for den bedste.

Denne Møskine forbruger en 96—98 Kubikfod Vand i Timen og kan reguleres for en Kraft af fra $\frac{1}{3}$ til $1\frac{1}{2}$ Hestes Kraft. Den koster i Zürich inklusive Ledningen op i Huset 375 Rdl., altsaa Halvdelen af hvad en 1 Hestes Dampmaskine koster. Til Opstillingsplads udkræver den 6 Kvadratfod; dens Vægt er $2\frac{1}{2}$ Centner. Den har alle Otto-Langens Gasmaskines Fordele fremfor Dampmaskinen, men den overgaar desuden langt Gasmaskinen, hvad rolig og regelmæssig Gang angaar. Om den kan faa nogen almindelig Udbredelse, det afhænger af de lokale Vandpriser; men saa meget er afgjort, at hvor de tillade det, der maa disse Maskiner ubetinget foretrækkes for alle andre. At Vandet, som er gaaet igjennem dem, meget vel kan benyttes baade til Vaskning og Kogning, det er naturligvis endnu et Fortrin, der i høj Grad taler til Gunst for dem.

Som man ser, giver denne Maskine en noget større Kraft, end der egentlig var forlangt, idet den lader sig regulere for en Kraft af fra $\frac{1}{3}$ til $1\frac{1}{2}$ Hestes Kraft, medens der kun var forlangt en Middelkraft af $\frac{1}{4}$ Hestekraft. Der var altsaa oprindelig tænkt paa at faa en Kraftmaskine konstrueret, som kunde benyttes med Fordel selv af endnu mindre Bedrifter, end denne er indrettet for. Gives der da virkelig Arbejder, der kunne nøjes med en saa overordentlig ringe Kraft, vente vi, at man vil spørge. Aa ja; der gives endog dem, der ikke engang stille Fordringerne saa højt. Maskinsyerskerne for Exempel, de vilde være glade ved blot at faa en Tiendepart af denne Kraft; det vilde for dem være en mageløs Velgjerning. Vi benytte Lejligheden til netop at omtale dem her, fordi der i de senere Aaringer er bleven spekuleret meget paa at skaffe dem en Kraftmaskine, der kunde fritage dem for den usunde Gjerning, de Dag ud og Dag ind ere nødsagede til at forrette, og hvis Skadelighed ikke saa meget skal bestaa i at sidde, eller staa, i en forover bøjet Stilling, som i den evindelige Bevægelse af Foden.

Man har som sagt paa forskjellige Maader søgt at komme dem til Hjælp, og deriblandt ofte ved at foreslaa et Fjederapparat, saaledes at forstaa, at en optrukken Fjeder ved at rulle sig op igjen skulde afgive den fornødne Kraft til at drive deres Symaskine. Da Fjederkraftsmotorer saaledes oftere ere komne paa Tale i den senere Tid, — og det ikke alene til Brug netop for Syersker — saa ønske vi her at paapege, at saadanne Motorer ikke have og aldrig ville kunne faa nogen som helst Værdi i Industriens Tjeneste. Industri nemlig taget i en endog saa vidtstrakt Betydning, at derunder ogsaa indbefattes saa smaa Bedrifter som dem, der kunne nøjes med en Kraft af $\frac{1}{80}$ Hestekraft — lig 6 Fodpund — pr. Sekund, og det er den mindste Kraft, hvormed en Symaskine kan holdes i stadig Gang, saa vil følgende Betragtning vise vor Paastands Rigtighed. Man har ikke kunnet opnaa mere selv med de bedste Staalfjedre end at opsamle 36 Fodpunds Kraft ɔ: omtrent $\frac{1}{14}$ Hestekraft i en Fjeder af 1 Punds Vægt. Nu fordrer som alt sagt en Symaskine aller mindst 6 Fodpunds Kraft pr. Sekund, hvilket altsaa vil sige, at man for at holde en saadan Maskine i Gang i en Time maatte have en Fjeder, der vejede mindst 600 Pund; men naar dette er saaledes, saa følger deraf, at hvormeget man saa end taler og skriver og anstrænger sig for at henlede Opmærksomheden paa Fjederkraftsmotorer, saa er deres industrielle Værdi absolut Nul.

Hvad endelig angaar de Maskiner, der virke ved sammenpresset Luft og de forskjellige Transmissioner, da ere de kun anvendelige i ganske særegne Tilfælde. Ved de første sammenpresses Luften i store Beholdere og sendes derfra gjennem Ledninger til Maskinerne.

At det kan gaa, det er afgjort, og det har jo da ogsaa, som man vil erindre (Side 259), været praktisk anvendt, og det endog i det store, nemlig ved Mont Cenis Tunnelens Udboring. I den aller seneste Tid er Systemet kommen frem i Industriens Tjeneste i temmelig stort Omfang, idet nemlig de øverste Etager i alle de industrielle Etablissementer i Rue industrielle i Forstaden St. Antoine i Paris faa fortættet Luft presset op til sig fra Dampmaskinerne i Kjælderne. Der er den store Fordel forbundet dermed, at Kraften med største Lethed kan føres, hvorhen man vil, og at den altsaa kan skaffes ved Haanden, hvorsomhelst i hele Værkstedet, det forlanges.

Det aller billigste System for Kraftoverførsel, nemlig Jerntovstransmissionerne, kan desværre kun gjennemføres i yderst faa Tilfælde, hvor Omstændighederne ere særdeles gunstige. Et frit Valg med Hensyn til Værkstedernes Plads — og det er i de store Byer ofte et Hovedspørgsmaal for den lille Bedrift — er her ikke muligt. Som Exempel paa et særdeles storartet Anlæg af den Slags skal her nævnes Turbineanlægene ved Schaffhausen, udførte for Vandværksselskabet sammesteds af Ingenieren Ziegler. Ved tre indbyrdes forbundne Turbiner, som ere anbragte paa Rhinens venstre Bred, tvinges nemlig Rhinfaldet her til at afgive en Kraft paa circa 700 Hestes Kraft, som derefter ved Hjælp af Jerntovstransmissioner overføres til den modsatte Rhinbred og der endelig ved nye Transmissioner fordeles paa forskjellige industrielle Anlæg. Største Parten afgives rigtignok til store Etablissementer, men omtrent 200 Hestes Kraft udlejes dog til mindre Bedrifter i Størrelse af fra to til fire Hestes Kraft. Saaledes faa f. Ex. flere Slibemøller hver 2, flere Vatfabriker ligeledes hver 2, en Fabrik for Tilvirkning af Uhrfoderaler 4 Hestes Kraft o. s. v. og det til den særdeles billige Pris af 48 Rdl. om Aaret. En lignende Kraftudlejningsanstalt er oprettet i Nürnberg, og i Wien forberedes en til. Naturligvis er den Kraft, der faaes paa denne Maade, at foretrække fremfor enhver anden, men selvfølgelig kan den kun skaffes tilveje under særdeles gunstige Omstændigheder, og hvor der iforvejen findes en betydelig Industri.

For Byerne stille Gas- og Vandtrykmaskinerne sig heldigst, da de respektive Ledninger ikke skulle anlægges alene for Maskinernes Skyld, men hovedsagelig ere bestemte til andet Brug, saa at Omkostningerne ved deres Indlæggelse ikke alene komme til at paahvile Maskinerne. Men hviken af disse to Maskiner, der skal vælges, eller om maaske en lille Dampmaskine er at foretrække for dem begge, det afhænger selvfølgelig igjen af de givne Forhold, Gas- og Vandpriserne og Bedriftens Natur.

Register.

A. Side.

Afspærringsventil ... 88
Alarmklokke i Jernbanevogne ... 276
Alarmpibe ... 69
Amontons ... 25
Arago ... 9
Arnoux's Undervogn til Jernbaner ... 300
d'Auxiron ... 123

B.

Balance (Maskin-) ... 28, 52, 179
Baldwin ... 290
Ballaisons Damptromle ... 326
Barrats Dampgrubber ... 324
Beightons Tapbom ... 30
Belidor ... 30
Bell's, Henry, Dampbaad *Kometen* ... 155
Bernouilli, Daniel ... 120, 186
Blacks Forsøg over bunden Varme ... 34
Blackett ... 210
Blakey ... 27
Blenkinsops Lokomotiv med Tandhjul ... 209
Bolton, Matthew ... 44
Bouilleurs, Kogerør ... 66
Bourdons Manometer ... 76
Boyle, Robert ... 17
Braithwaite ... 184, 219
Branca ... 10
Bremse ... 249
Brindleys Forsyningsapparat for Lavtrykskjedler. 69
Brinepumpe ... 175
Brittaniabro ... 263
Bruntons Lokomotiv med Ben ... 209
Buffer ... 248
Bunden Varme ... 35

C. Side.

Caledonia, det første danske Dampskib ... 161
Callas Lokomobil ... 306
Caus, Salomon de ... 8
Cawley, John ... 27
Celsius Thermometer ... 34
Centralsystem ... 283
Centrifugalkraft ... 252
Centrifugalregulator, *Watts* ... 51
Chapman, William og *Edward,* Lokomotiv trukket ved Kjæder ... 209
Clapeyrons Glider ... 90
Clayton, Shuttleworth & *Comp.* ... 308
Cornishkjedel ... 66
Cornwallmaskinen ... 46
Cramptons Lokomotiv ... 244
Cugnot ... 201
Cylinder: til enkeltvirkende Maskiner ... 42
til dobbeltvirkende Lavtryksmaskiner 53, 54
til dobbeltvirkende Højtryksmaskiner .. 63
svingende ... 108

D.

Dallery ... 186
Dampfløjte ... 237
Dampmaskine: enkeltvirkende (Cornwall-) ... 46
dobbeltvirkende Lavtryks- ... 52
dobbeltvirkende Højtryks- ... 63
dobbeltvirkende Høj- og Lavtryks- 63
Saverys ... 22
Papins ... 24
Newcomens ... 28
Leupolds ... 32
rotatorisk ... 57
Trunkmaskine ... 108

Side.
Dampmaskine: til Dampskibe ... 179
Siemens ... 113
Damprummet ... 76
Damprør ... 87
Dampstraalepumpe (Injektor) *Giffards* ... 70
Dampvogn: *Cugnots* ... 201
Evans ... 203
Trevithick og *Vivians* ... 205
Gurneys ... 328
Ogles, Hancocks ... 329
Dietz, Séguiers ... 329
Lotz's ... 332
Thomsons ... 332
Vendsyssel ... 333
Danmarks Dampskibsflaade ... 163
— Jernbaner ... 230
Dawson ... 156
Delorme, Marion ... 9
Denis, von ... 226
Desaguliers ... 30
Dodd ... 212
Drebbel ... 33
Drejeskive ... 270
Drøvlklap ... 52
D-Ventil ... 54
Dundas, Lord ... 142

E.

Elektromagnetiske Maskiner ... 336
Engerths Lokomotiv ... 246
Ericsson, John: Skruepropeller ... 192
Lokomotiv *Novelty* ... 220
Centralsystem ... 283
kalorisk Maskine ... 192, 336
Etzel ... 227
Evans, Oliver: Højtryksmaskine ... 61
Dampvogn ... 203
Excentrisk Skive ... 54
Excentrik for Expansion ... 91
Expansion ... 46, 95
Expansionsglidere ... 90, 91, 92
Expansionsventil ... 88

F.

Faarevejle, Dampens Benyttelse paa Hovedgaarden 325
Fahrenheits Thermometer ... 33
Fairbairn ... 86, 263
Fell's Lokomotiv ... 284
Firegangshane ... 56
Side.
Fitch, John, Dampbaad ... 134
Fitzgerald ... 31
Follenai ... 123
Forsyningsapparat: for Lavtryksmaskiner ... 69
for Højtryksmaskiner ... 70
Forsyningspumpe ... 53
Fortætter ... 41
— Overflade-, *Halls* ... 176—77
— Overflade-, *Sewells* ... 178
Fowlers: Dampplov ... 317
Lokomobil ... 318
Fulton ... 138 ff.
— hans Dampbaad *Clermont* ... 150

G.

Galilæi ... 12
Galloways Kjedel ... 173
Garay, Blasco de ... 7, 118
Gasmaskine: *Lenoirs* ... 337
Otto-Langens ... 338
Gauthier ... 120
Genevois Palmipede ... 122
Giffards Injektor ... 70
Glider: for Lavtryk, *Watts* D-Ventil ... 54
for Højtryk, *Murrays* ... 62
for Høj- og Lavtryk, *Hicks* ... 64
Expansionsglidere ... 90, 91, 92
Great-Western ... 169
Grey ... 229
Guericke, Otto von ... 14
Gurneys Vejlokomotiv ... 328

H.

Halls Overfladefortætter ... 177
Hermann-Lachapelles Lokomobil ... 304
Heros Dampkugle ... 6
Hestekraft, effektiv ... 96
— nominel ... 104
Hicks Glider ... 64
Hjorth, S. ... 56
Hooke ... 27
Hornblower ... 63
Howards Dampplov ... 321
Hulls, Jonathan ... 119
Huyghens ... 19, 337
Høj- og Lavtryksmaskine ... 63
Højtryksmaskine ... 31, 62, 107

Side.

I.

Ilderton og *Smarts* Tærskemaskine 310
Indikator, *Watts* 97
Indsprøjtningshane 53
Injektor, *Giffards* 70

J.

Jouffroy-d'Abbans, Claude 122, 124, 157
— *Achille* 282

K.

Kalorisk Maskine 336
Kircher 11
Kjedler: Vognkjedel 65
Manchesterkjedel 66
Cornishkjedel 66
Kogerørskjedel 67
Kanalkjedel for Dampskibe 171
Rørkjedel for Dampskibe 172
Rørkjedel for Lokomotiver 214
Galloways Kjedel for Dampskibe 173
Lokomotivkjedel 234
Kjedelsten 80
Kjedelsprængninger 82
Koldtvandspumpe 42
Kondensator, se Fortætter.
Krumtap 50
Kulissestyring, *Stephensons* 240
Kölner Gasmaskinen 338

L.

Lafont 113
Langaabroen 265
Lambs Udblæsningsapparat 175
Lardner 167, 328
Lavtryksmaskine 60, 179
Legavrian 107
Lenoirs Gasmaskine 337
Leupolds Højtryksmaskine 31
Livingston, Kantsler 144
Lokomotiv: Maskine o. s. v. 234
Blenkinsops 209
Bruntons 209
Chapmans 209
George Stephensons 211
Stephenson og *Dodds* 212
G. og *R. Stephensons: Raketten* 220
Ericssons 220
Cramptons 244

Side.

Lokomotiv: *Maffeis* 246
Engerths 246
Fells 284
Rickenbachs 290
Lotz's Vejlokomotiv 332
Luftpumpe 41
Luftventil 74

M.

Maffeis Lokomotiv 246
Magnetisk Vandstandssvømmer 70
Manchesterkjedel 66
Mandehul 80
Manometer: for Lavtryk 75
for Højtryk 75
Bourdons Metal- 76
Vacumeter 95
Materiel, Jernbane- 247
Maudsley & Field 61, 175, 329
Medail 256
Meikles Tærskemaskine 311
Mersenne 13
Miller, Patrick, Dampbaad 130
Montagne 229
Mont Cénis Banen 286
— Tunnelen 256
Morgans Skovlhjul 183
Morlaix, Viadukten ved 263
Murrays Ventilpropper 55
— Glider 62

N.

Naeff, Oberst 290
Napiers Overfladefortætning 177
Newcomens Dampmaskine 28
Nominel Hestekraft 104

O.

Omstyring 55
Otto-Langens atmosphæriske Gasmaskine 338
Overfladefortætter, se Fortætter.
Overhedet Damp 80
— Maskiner, baserede derpaa 114
Overkjørsler, Jernbane- 268
Overkogning 77

P.

Pacifikbanen 227
Palmipede 122

Side.

Papin, Denis ... 17, 23, 118
— Gryde ... 18
— Sikkerhedsventil ... 18
— Dampmaskine ... 24
Parallelogram, *Watts* ... 49
Pascal ... 13
Payne ... 31
Perdonnet ... 224
Périer ... 115, 125
Pinkus ... 283
Prøvehaner ... 68

R.

Raketten, Lokomotivet ... 220
Réaumurs Thermometer ... 34
Regnault ... 36
Regulator, *Watts* Centrifugal- ... 51
Renaldini ... 33
Renvers, se Kulissestyring.
Ressels Skruebaad ... 190
Rhinfaldets Vandkraft benyttet til at drive Turbiner 341
Rickenbachs Lokomotiv ... 290
Rigibanen ... 290
Robison ... 38
Robinson ... 227
Roebuck ... 44
Rogers ... 165
Rotatorisk Dampmaskine, *Watts* ... 57
Rumseys Dampbaad ... 138
Rørkjedel, se Kjedel.

S.

Salinometer ... 176
Sauvage ... 191
Savery ... 21, 118
— Dampmaskine ... 22
Savannah sejler over Atlanterhavet ... 165
Seeward ... 105
Séguier, Baron ... 283
— hans Dampvogn ... 329
Seguin ... 113
— hans Rørkjedel ... 213
Sewells Overfladefortætter ... 178
Siemens Dampmaskine ... 113
Signaler, Jernbane- ... 272
Sikkerhedsapparater ... 72
Sikkerhedspropper ... 74
Sikkerhedsventiler: *Papins* ... 18, 73
— med direkte Belastning ... 73

Side.

Sikkerhedsventiler: paa Dampskibskjedler ... 174
— paa Lokomotivkjedler ... 236
Sirius, Sejlads over Atlanterhavet ... 169
Skinner, Jernbane- ... 267
Skovlhjul ... 183
Skrue, Dampskibs- ... 185
Skumhane ... 175
Skydebro ... 272
Smeaton ... 31
Smids Vandtryksmaskine ... 340
Smith, Francis P., Dampskibsskrue ... 193
Smiths Dampgrubning ... 320
Snøfteklap ... 30
Sol- og Planethjul ... 50
Spiralhjul, *Wetlis* ... 299
Sporkrands ... 267
Sporkrydsning ... 269
Sporskifte ... 268
Stanhopes Forsøg over Dampsejlads ... 140
Stempel ... 93
Stephenson, George ... 214
— Lokomotiv fra 1814 ... 210
— og *Dodd,* Lokomotiv fra 1815 . 212
Stephenson, Robert ... 215, 222
— Lokomotiv *Raketten* ... 220
— Kulissestyring ... 240
— Brittaniabroen ... 263
Stirlings Tærskemaskine ... 310
Sveller ... 266
Svinghjul ... 50
Svømmer og Alarmpibe ... 69
Svømmer, magnetisk ... 70
Symington, William, Dampskibsmaskine ... 131
— Sejlads med *Charlotte Dundas* 142
Sænkgrube ... 272

T.

Tapbom ... 30
Taylors Forsøg over Dampsejlads ... 130
Tender ... 239
Thomsons Vejlokomotiv ... 332
Torricellis Barometer ... 12
Tramblay, du, Æthermaskine ... 112
Trevithick og *Vivians* Højtryksmaskine ... 61
— Dampvogn ... 204, 208
Trunkmaskine ... 108
Trykbæring ... 196
Trykmaaler, se Manometer.

Side.
Tærskemaskine, svensk, skotsk, engelsk 310
— den kombinerede Damp- 313

U.

Udblæsningsrør 214, 236
Ulykkestilfælde paa Jernbaner 277
Ursins Mening om transatlantisk Dampskibsfart. 167

V.

Vacumeter 95
Vandstandsmaalere 68, 70
Varmeenhed 36
Varmvandskasse 43
Varmvandspumpe 43
Vejlokomotiv, se Dampvogn.
Ventiler, se Sikkerhedsventiler.
Ventilpropper 55
Viadukt 262
Vignoles Skinner 267

Side.
Viviani 12
Vognkjedel 65

W.

Watt, James ..... 37 ff., 176, 201
Wasbrough 49
Wethered, Maskine med overhedet Damp 114
Wetli, nyt Jernbanesystem 299
Wilkinson 44
Worcester, Marquisen af 10
Woolf, Høj- og Lavtryksmaskine 63

Z.

Zschokke, Direktør 290
Zürich, Vandkraftsmaskiner i 339

Æ.

Æolipyl 7
Æthermaskine, *du Tramblays* 112