

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

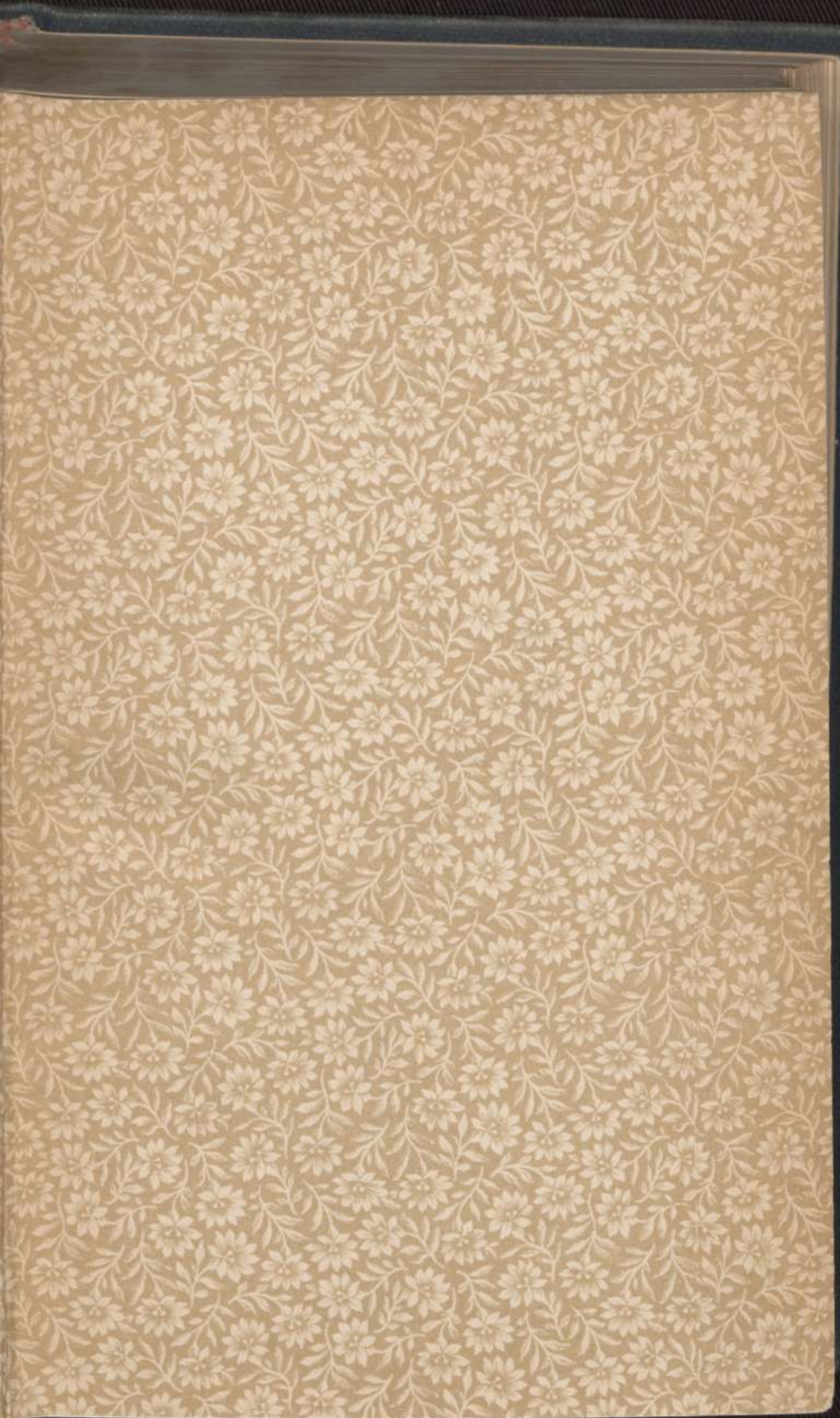
Du kan læse mere om, hvordan du må bruge filen, på
www.tekniskkulturarv.dk/about

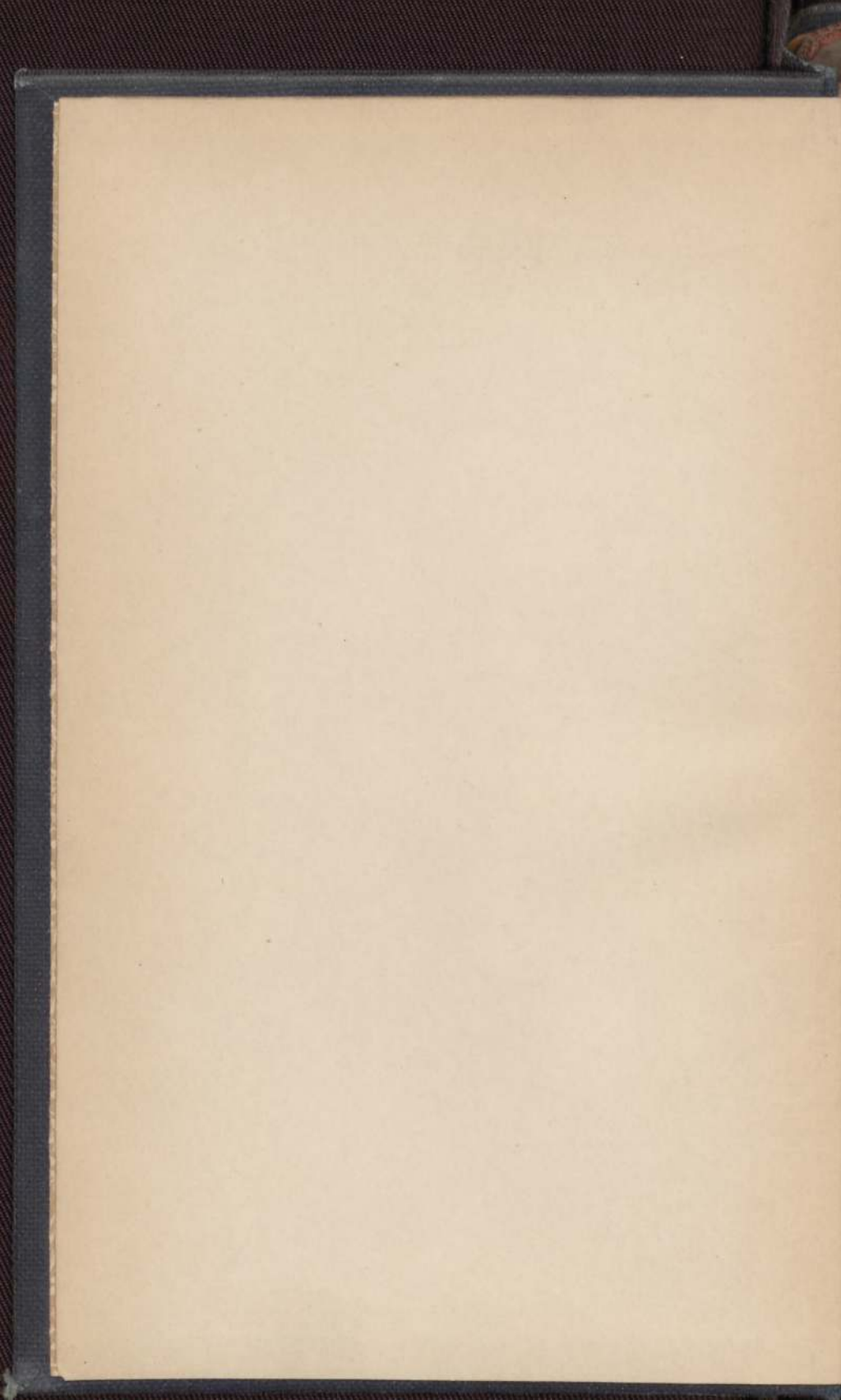
Er du i tvivl om brug af værker, bøger, fotografier og tekster fra siden, er du velkommen til at sende en mail til *tekniskkulturarv@dtu.dk*

HVER-
DAGS-
FYSIK



530 Over-
gl.

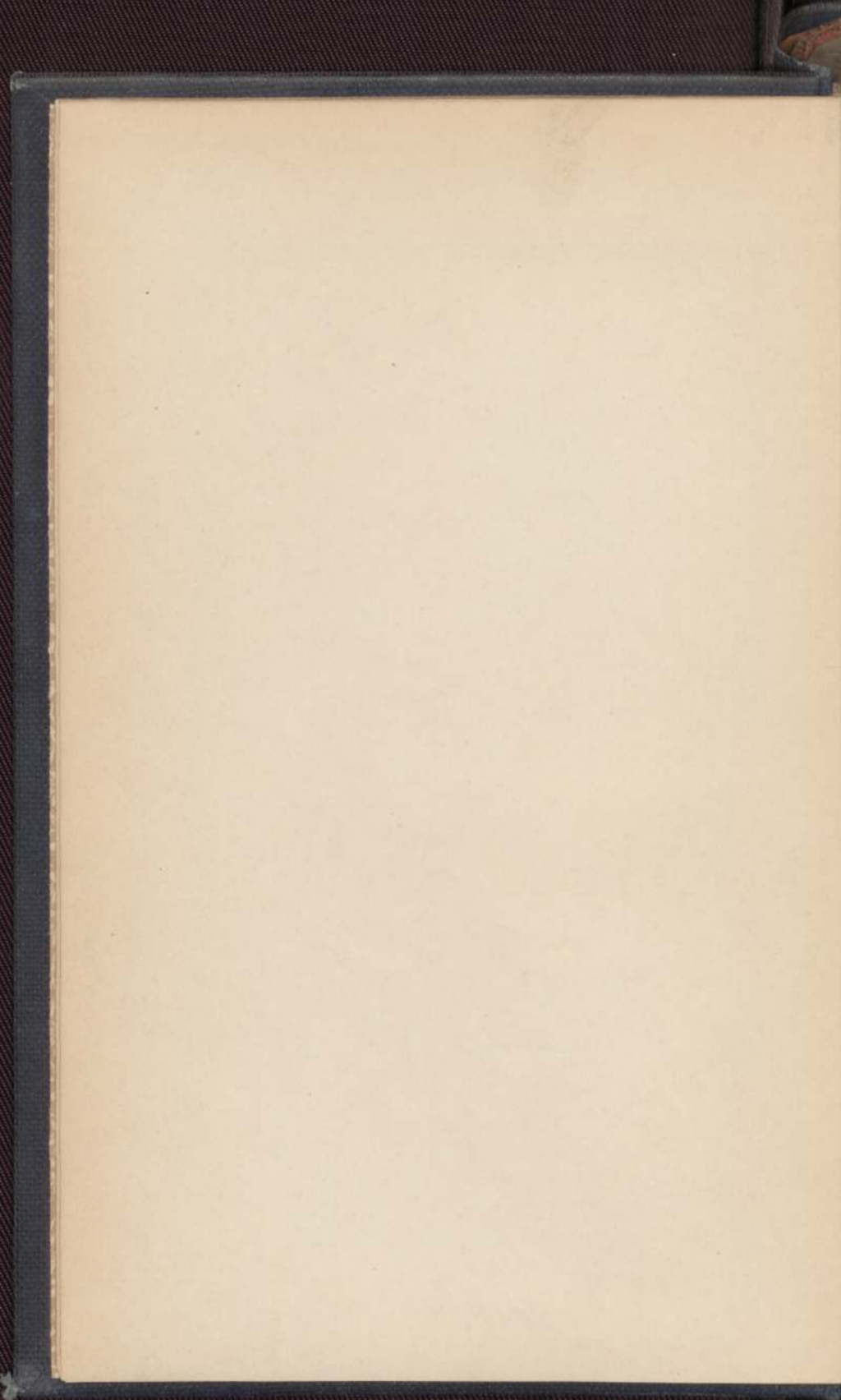




Handwritten signature

KVERDAGSFYSIK

DET KOMPASSET TIL KÆNDELØVNEN



Alf Asmundsen

HVERDAGSFYSIK

FRA KOMPASSET TIL KAKKELOVNEN

Wm. H. H. H.

HARDY & SONS

100 N. 10th St. N. W.



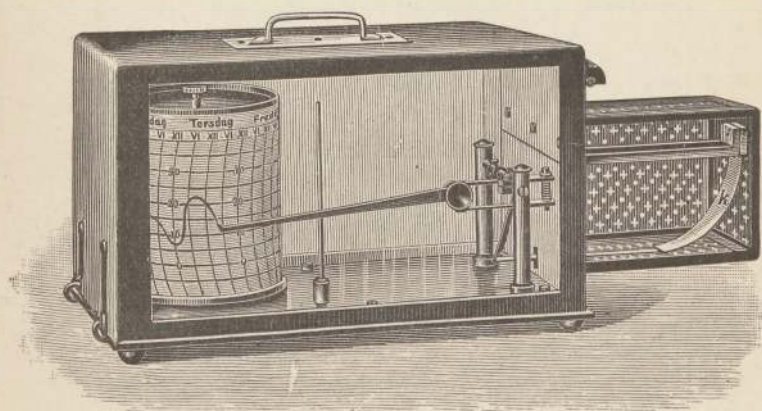
HVERDAGSFYSIK

.....

FRA KOMPASSET TIL KAKKELOVNNEN

UDGIVET AF

C. CHRISTIANSEN, P. LA COUR
OG K. PRYTZ



Selvskrivende Termometer.

MED 302 ILLUSTRATIONER

KJØBENHAVN

GYLDENDALSKE BOGHANDELS FORLAG (F. HEGEL & SØN)

TRYKT HOS J. JØRGENSEN & CO. (M. A. HANNOVER)

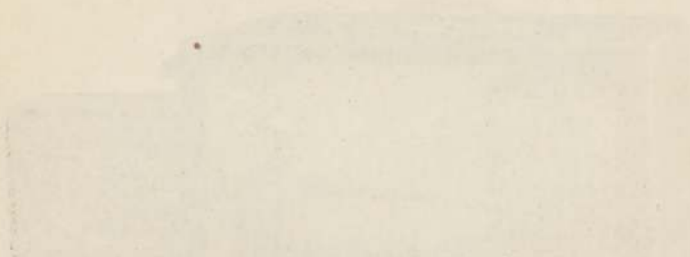
1898

HYPERDAGSYRIK

4RA KOMPAGNET TIL KAKKELOVEREN

C. CHRISTIANSEN & SØN

22 E. 11TH



NEW YORK, N. Y.

1880

Printed and Published by C. CHRISTIANSEN & SØN, 22 E. 11TH ST., N. Y.

INDHOLD.

	Side
1. Kompasset. Af Professor C. Christiansen.....	1.
Magneten 2. Kompasset 4. Misvisningen 8. Skibets Magnetisme 11. Det magnetiske Observatorium 12. Kompassets Historie 14.	
2. Elektrisermaskinen. Af Samme.....	16.
Elektrisermaskinen 18. Den elektriske Gnist 19. Spidser 25. Leidner-Flasken 27. Lyn og Torden 28. Elektrisk Tiltrækning og Frastødning 30. Elektroskop 32.	
3. Galvaniske Elementer. Af Samme.....	33.
Voltas Bægerapparat 33. Konstante Elementer 36. Den elektriske Strøm 39. Galvanoplastik 41. Akkumulatorer 42. Volt 45.	
4. Elektromagneten. Af Samme.....	46.
Elektromagnetisme 48. Galvanometret 49. Elektromagneten 50. En elektrisk Strøms Magnetisme 53. Elektrisk Ringeværk 54.	
5. Telegrafen. Af Samme.....	57.
Forskellige Slags Telegrafer 57. Wheatstones Telegraf 58. Morses Telegraf 61. Telegraftraaden 63. Telegrafslaflederen 65. Statstelegraf 65.	
6. Undersøiske Telegrafledninger. Af Samme.....	68.
De første Telegrafkabler 68. Det transatlantiske Telegrafkabel 71. Det store nordiske Telegrafselskab 75.	
7. Dynamomaskiner. Af Samme.....	77.
Induktion 80. Dynamomaskiner 83. Den elektriske Station 86. Elektromotorer 88. Vekselstrømsmaskiner 90.	

	Side
8. Ruhmkorffs Maskine. Af Samme	92.
Geisslers Rør 94. Røntgens Straaler 97.	
9. Telefonen. Af Telefoningeniør J. L. W. Jensen...	101.
Bells Telefon 103. Mikrofonen 105. Hunnings Mikrofon 108.	
Det fuldstændige Telefonapparat 110. Telefonledninger 115.	
Telefonkabler 117. Centralstationer 120.	
10. Lys. Af Professor P. la Cour	121.
Almindeligt Lys og Varme 121. Gasbelysning 125. Gas-	
beholdere 129. Elektriske Glødelamper 130. Buelamper 132.	
Magniumlys 134. Kalklys 135. Lysets Styrke 137.	
11. Spejle. Af Samme	139.
Almindelige Spejle 139. Krumme Spejle 143. Luftspejling 147.	
12. Semidler af Samme	149.
Lysbrydning 149. Linser 150. Mikroskop og Kikkert 155.	
Farver 158. Regnbuen 160.	
13. Astronomiske Observatorier. Af Observator C. F.	
Pechüle	164.
Ældre Observatorier 164. Kjøbenhavn 167. Meridian-	
kredsen 170. Passageinstrumentet 172. Ækvatorealet 173.	
Stjernerfotografi 176. Andre Observatorier 181. Kæmpe-	
kikkerter 183. Bjergobservatorier 185.	
14. Uret. Af Samme	188.
Urskiven og Viserne 189. Viserværket 189. Urets Stilning 191.	
Sekundviserne 192. Forskellige Ure 193. Pendulet 193.	
Penduluret 195. Hemningen 197. Lommeuret 199. Uroen 200.	
Cylinderuret 203. Spindeluret 205. Kronometer 205. Fri	
Gang 206. Kronometrets Behandling 207. Sneglen 207.	
Tafeluret 209. Slagværket 209. Urenes Behandling 210.	
Urets Stand og Gang 212. Normaluret 212. Tidssignal 213.	
Elektriske Ure 216. Urets Historie 217.	
15. Tiden. Af Samme	220.
Sand Soltid 220. Middelsoltid 222. Forskellige Klokkeslet 222.	
Stedtid 223. Nationaltid 223. Zonetid 224. Tiden og	
Solen 225. Tiden og Skibsfarten 226. Datumsgrænse 226.	
Kalenderen 227. Andre Tidsregninger.	

INDHOLD.

V

Side

16. Maal og Vægt. Af Professor K. Prytz..... 230.
Længdemaal 231. Landmaaling 235. Højdmaaling, Nivel-
lering 238. Delemaskinen 242. Maaleskruen 246. Rumfang
og Vægt 248. Vægtfylde 249. Metersystemet 252.
17. Vægtskaalen. Af Samme..... 259.
Viservægten 259. Vægtstangen 264. Vejning ved Lodder 268.
Bismereen 275. Decimalvægten eller Brovægten 277. Rober-
vals Vægtskaal 280. Maaling af Kræfter 282. Tyngdepunkt 283.
18. Skibet. Af Skibskonstruktør K. G. Meldahl..... 287.
Rulning og Duvning 291. Skibes Størrelse 294. Driv-
kræfter 295. Vandets Modstand 296. Styringen 299. Ro-
ning 300. Sejlskibe 301. Hjulskibe 303. Skrueskibe 305.
Maskinkraften 310. Krigsskibe 315.
19. Pumper. Af Professor P. la Cour..... 321.
20. Møllen. Af Samme..... 332.
21. Centrifugen. Af Samme..... 342.
22. Barometret. Af Professor K. Prytz..... 350.
Luftens Tryk 350. Sugepumpen 353. Kvægsølvbarometret 354.
Aneroidbarometret 364. Højdmaaling ved Barometret 368.
Barometret som Vejrglas 371. Vejrkor 373.
23. Termometret. Af Samme..... 379.
Kvægsølvtermometret 380. Vinaandstermometret 391. Maksi-
mums- og Minimumstermometer 394. Vendetermometret 399.
Fugtighedsmaaling ved det vaade Termometer 400. Middel-
varme 403.
24. Dampkedlen. Af Underdirektør ved Orlogsværftet
A. H. M. Rasmussen..... 411.
Dampkedlen 411. Den almindelige Landkedel 413. Den
almindelige Skibskedel 415. Kedelbeslagene 419. Tryk-
maaleren 423. Sikkerhedsventiler 425. Brændslet 427.
Kedlens Pasning 427.
25. Dampmaskinen. Af Samme..... 431.
Dampmaskinen 431. Dampens Ekspansion 435. Den simple
Maskine 436. Dampens Fortætning 437. Overheded Damp 439.

- Flergangsmaskiner 440. Dampfordelingen 442. Bremsen 446. Maskinens Hestekraft 448. Maskinens Pasning 449. Damp-turbiner 450.
26. Vandværket. Af Professor Alfr. Lütken 453.
 Vandforbruget 453. Regnmængden 454. Regnvandets For-
 deling 455. Grundvandets Bevægelse 456. Opsamling af
 Regnvand 459. Overfladevand fra Vandløb 461. Opstemning
 af Vandløb 462. Vand fra Indsøer 465. Grundvandets
 Egenskaber 466. Naturlige Kilder 468. Brønde 469. Vand-
 værker 471. Undersøgelse af dybtliggende vandførende Jord-
 lag 473. Opfangelsen af Vandet 475. Vandets Iltning 476.
 Filtreringen 477. Pumperne 479. Ledningsnettet 480. Højde-
 beholderen 482.
27. Kakkelovnen. Af Professor K. Prytz 487.
 Forbrænding 487. Skorstenen 490. Ler- og Jernovne 493.
 Bilæggerovnen 495. Jernkakkelovnen til Tørv og Brænde 497.
 Kulovnen 498. Magasinovnen 502. Gasfrit Brændsel 504.
 Stedsebrændende Ovne 505. Kulos 506. Ovne med Kappe 507.
 Kakkelovnsskærmen 510.

KOMPASSET.

I en fremmed By eller paa Landet har man tidt ondt nok ved at finde Vej, men der kan man dog spørge sig for, anderledes svært maa det være ude paa Oceanet, hvor man kun ser Hav og Himmel, hvorhen man end vender sit Øje. Der har man kun Solen og Stjernerne til Vejvisere. Man siger nok, at Solen staar op i Øst og gaar ned i Vest, men det er ikke at tage i bogstavelig Forstand, om Sommeren staar den op Norden for Øst, om Vinteren mere sydlig; kun ved Jævn døgnstiderne passer det. Bedre Vejledning faar man af Solen om Middagen, da staar den nemlig i Syd. Men tidt er Himlen saa overtrukken, at man ikke kan se Solen. Desuden er der jo Stjernerne; nogle af dem staa op og gaa ned ligesom Solen, andre blive altid paa Himlen; en af dem, Polarstjernen, sidder altid paa samme Plads imod Nord, den er derfor den bedste Vejviser, naar den da er synlig. Endelig er ogsaa Maanen til stor Hjælp for Sømanden.

Saa længe Søfareren kun havde Solen og Stjernerne at rette sig efter, kunde han kun med stor Frygt vove sig ud paa det aabne Hav; han maatte saa vidt muligt passe paa at have Land i Sigte. Det var først, da Kom-

passet blev bekendt, at man nogenlunde trygt kunde sejle over de store Have; uden det havde sikkert Columbus ikke vovet sig ud paa sin Opdagelsesrejse, og endnu mindre kunde han have faaet Folk til at følge sig. Det er i Virkeligheden noget vidunderligt, at man ved Hjælp af saadan en lille Ting kan finde Vej overalt, at den ved, hvad intet Menneske kan vide, hvor Nord og Syd er, selv om den er lukket inde i et mørkt Kammer, gemt i den dybeste Kælder under Jorden. Ja man kan nok forstaa, at mange i gamle Dage mente, at den var en Slags Trolde, som ærlige Folk ikke skulde befatte sig med.

Magneten. Da Kompasset i Hovedsagen bestaar af en Magnet, der kan dreje sig, som den vil, i det vandrette Plan, er det bedst først at fortælle lidt om Magneterne. De naturlige Magneter ere en Jernerts, som findes i rigelig Mængde i Sverrig; man kender dem paa, at de trække alle mulige Jerngenstande til sig, et Stykke saa stort som en Haand kan endog bære flere Pund Jern. De Magneter, man faar til Købs, de kunstige Magneter, laves derimod af Staal; man gnider Staalet med en naturlig Magnet, saa bliver Staalet ogsaa til en Magnet og trækker Jern til sig. Der er dog ogsaa andre Maader at magnetisere paa, som senere blive omtalte.

De Magneter, man køber, ere af 3 Slags, nemlig Magnetstangen (Fig. 1), Hestekomagneten (Fig. 2) og Magnet-naalen (Fig. 3).

Magnetstangen bruges især til at lave ny Magneter. Man kan f. Eks. tage en almindelig Strikkepind, lægge den paa et Bord og stryge den, som Fig. 4 viser, med Magnetstangen; man skal altid stryge med den samme Ende af Magneten og føre den i samme Retning. Har man gentaget Strygningen nogle faa Gange, vil det vise sig, at Strikkepinden er bleven en god Magnet.

Hestekomagneten udmærker sig ved sin store Bærevne. Der følger gerne med den et Stykke Jern, Ankeret,

som der skal nogen Kraft til at rive fra. Hvor meget den kan bære, ses ved at hænge en tung Genstand paa Ankeret.

Magnetnaalen er en Staalstang, i Reglen kort og tynd; i Midten af den er der boret et Hul, deri sidder et kort Rør,

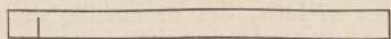


Fig. 1. En Magnetstang.

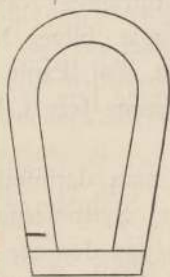


Fig. 2. En Hestekomagnet.

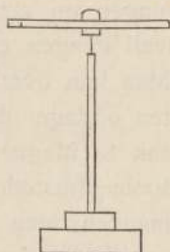


Fig. 3. En Magnetnaal.

Hætten eller Duppen, som foroven er lukket med en Plade af en haard Sten, f. Eks. Agat. Denne Plade er sleben hul saaledes, at man kan lægge Naalen paa en fin Spids af Staal, Pivoten, som bæres af en Fod. Ved denne Naal er der det mærkelige, at den af sig selv peger imod Nord og Syd; det er altid den samme Ende, der viser mod Nord; den kaldes Nordenden eller Nordpolen; man plejer at betegne den paa en særegen Maade, enten ved en Tværstreg eller ved at give den en aparte Farve. De Magneter, der benyttes om Bord, have Nordenden rød- og Sydenden blaamalet.

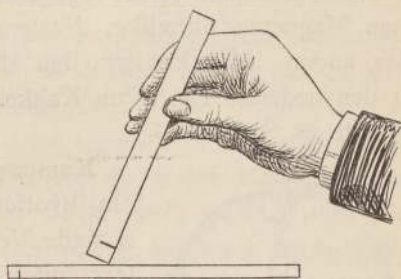


Fig. 4. Magnetisering.

Denne Magnet er i Virkeligheden et Kompas; men inden vi nærmere omtale dens Anvendelse dertil, ville vi nævne et Par andre Egenskaber ved den.

Vi vide, at den tiltrækker Jern, men vi erfare let ved at nærme et Søm eller en Nøgle til den, at den ogsaa tiltrækkes af Jern; det er navnlig dens Ender eller Poler, som tiltrækkes. Derfor kan man bruge Magnetnaalen til at se, om et Legeme indeholder Jern eller ikke. En Pung med Penge i vil ikke tiltrække Naalen, men lægges i Pungen en almindelig Nøgle, bliver Naalen trukken; hvad Pungen er af, Skind, Tøj, Papir, gør intet til Sagen. Man kan overhovedet gemme Jern i, hvad man vil, Magneten opdager det straks.

Har man to Magnetnaale, vil man derimod finde, at deres Nordpoler frastøde hinanden; Sydpolerne frastøde ligeledes hinanden, men Nordpolen paa den ene tiltrækker Sydpolen paa den anden. Paa den Maade kan man finde, hvilken Ende af Magnetstangen (Fig. 1) der er en Nordpol, og hvilken der er en Sydpol.

Derfor kan man kende Magneten fra Jern ved Hjælp af Kompasnaalen; Jernet tiltrækker begge Naalens Poler, men Magneten tiltrækker Naalens ene Pol og frastøder den anden. Man kan paa den Maade overbevise sig om, at den nederste Del af en Kakkelovn er en Nordpol, den øverste en Sydpol.

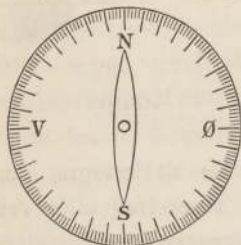


Fig. 5. Lommekompas.

Kompasset. Vi skulle nu tale om, hvorledes Kompasset bruges til at finde Verdenshjørnerne, og ville først omtale Lommekompasset (Fig. 5). Det ligner Magnetnaalen meget, men er indesluttet i en lille Metalæske, lukket med en Glasplade foroven. Langs med Kanten findes Verdenshjørnerne, Nord, Vest, Syd, Øst, be-

tegnede ved Begyndelsesbogstaverne. Naar Æsken holdes vandret, vender Naalens ene Ende mod Nord, og man drejer nu Æsken, indtil den viser paa N; saa ere alle Verdenshjørnerne rigtige. Det kan være rart at have et saadant Kompas, naar man gaar i en stor Skov eller et andet vildsomt Sted.

Det Kompas, som Sømændene bruge, er indrettet paa en anden Maade. Man tager en rund Plade af et let Stof, f. Eks. Glimmer, som ogsaa kaldes Marielglas, og beklæder den med Papir, hvorpaa Verdenshjørnerne ere afsatte. Denne Plade lægges ovenpaa Magnetnaalen og klæbes fast til den, saaledes at N er over Naalens Nordpol. Den anbringes paa Skibet og tillige drages en Linie AB paa Skibet, der gaar i Retning fra dets Agterstævn til Forstævnen, denne Linie kaldes Styrestregen. Staar Kompasset saaledes som i Figuren, saa styrer Skibet mod Nordvest.

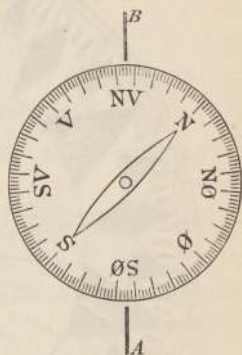


Fig. 6. Skibskompass.

Den Skive, som viser Verdenshjørnerne paa Kompasset, kalde Sømændene Rosen; dens Udseende er næsten altid ens; den er fremstillet i Fig 7.

Over Nordpolen er altid tegnet en Lillie, som er den franske Kongefamilies Vaaben, de andre Verdenshjørner betegnes som sædvanlig. Midt imellem Nord og Vest ligger Nordvest, mellem Nord og Nordvest ligger Nord Nordvest og saaledes videre, det er de 16 Kompasstreger. Deres Afstand er igen halveret, derved fremkomme Mellemstregerne Nord til Vest, osv.; de Mellemrum, som nu ere tilbage, deles igen i fire lige store Dele. Yderst ude paa Rosen findes Graderne. Man deler nemlig Cirkelns hele Omkreds i 360 lige store Dele, som kaldes Grader.

Paa Kompasset regnes Graderne fra Nord og fra Syd til begge Sider, derfor staar der 0^0 ved Nord og Syd, 90^0 ved Øst og Vest.

Figuren er taget efter det bedste Kompas, man har; det er lavet af en Englænder William Thomson, som for nogle Aar siden blev adlet og fik Navnet Lord Kelvin,

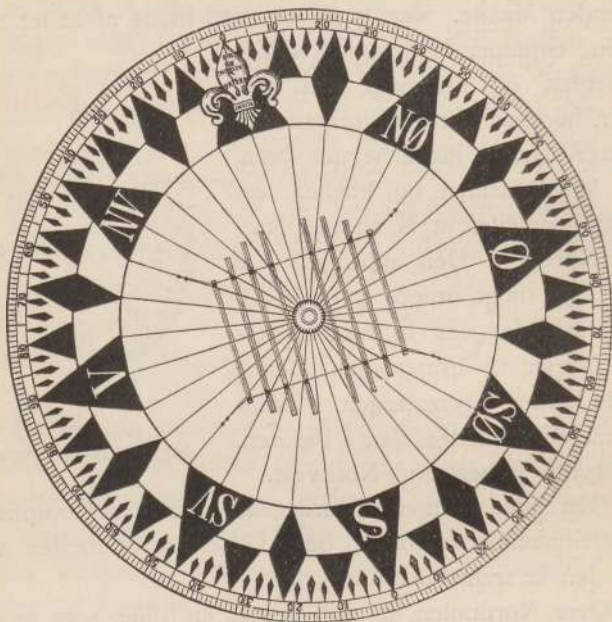


Fig. 7. Kompassrosen.

efter en Bæk ved Navn Kelvin, der løber forbi Universitetet i Glasgow, ved hvilket han har virket i over 50 Aar. Ved dette Kompas er den Mærkelighed, at det ikke har een, men 8 Magneter; disse ere ganske tynde men meget stærke Magneter i Forhold til deres Størrelse. For at gøre Kompasset let og derfor let bevægeligt har man skaaret det midterste af Rosen bort; det hele holdes

sammen af Silketraade, som ogsaa bære Magneterne. Disse Traade føre hen til den lille Hætte, som vi talte om ved Magnetnaalen; denne Hætte kalde Sømandene Duppen.

Men der er mange flere Ting at lægge Mærke til ved Kompasset. Skibet er jo i stadig Uro, naar det farer gennem Bølgerne; derfor maa Kompasset ophænges paa

en saadan Maade, at Skibets Svingninger ikke virke kendeligt ind paa det. Dette sker ved den Cardanske Ophængning, som er opfundet af Italieneren Cardano.

AB (Fig. 8) er Rosen, CD Magneterne, der hænge under Rosen i Silketraade. I det hule lukkede Rum E er der en sejt Vædske, som virker beroligende paa Kompasset, ved F er der en Vægt, der tjener til Ballast. Det hele bæres af to Tapper G og H, som hvile paa en Ring af Metal. Denne Ring bæres igen af to lig-

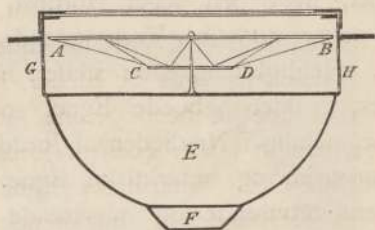


Fig. 8 a. Gennemsnit af Kompasset.

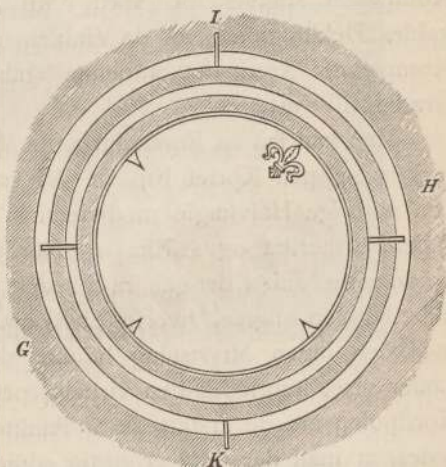


Fig. 8 b. Kompasset set ovenfra.

gende Tapper I og K. Derved bliver Kompasset saa bevægeligt, at det vil blive i Ro, hvordan end Skibet svinger; ser det end ud, som om Kompasset bevæger sig, er det dog en Indbildning, fremkaldt ved Skibets Bevægelse.

Misvisningen. Hvis Magnetnaalen virkelig altid og alle Vegne pegede mod Nord, vilde det være en let Sag at bruge Kompasset, men saaledes er det desværre ikke. Her i Danmark viser den ikke imod Nord, men mod Nord til Vest, omtrent 11 Grader fra Nord. Paa andre Steder af Jorden afviger den derimod til Øst; der er Steder, hvor den peger Nordøst, Nordvest, andre, hvor den peger mod Øst, Vest og endog paa sine Steder mod Syd. Heldigvis ligge de Steder, hvor de store Afvigelser findes, i lidet beboede Egne, som sjældent befares af Skibe, nemlig i Nærheden af Jordens Nordpol og Sydpol, de arktiske og antarktiske Egne. Man skelner derfor mellem retvisende og misvisende Nord. Retvisende er den sande Nordretning, misvisende den Retning, som Kompasset angiver for Nord. Misvisningen, som ogsaa kaldes Deklinationen, er da Vinklen mellem sand Nord og Kompassets Nord, det er denne Vinkel, der hos os er 11 Grader til Vest.

Man kan faa en Forestilling om Misvisningens Størrelse ved at se paa Kortet Fig. 9. Vi have der et Billede af den nordlige Halvkugle med de fire Verdensdele Europa, Asien, Amerika og Afrika og Nordpolen i Midten. De tynde rette Linier, der gaa fra Billedets ydre Rand, Ækvator, ind til Polen angive, hvorledes Kompasnaalen vilde pege, hvis den ingen Misvisning havde; de tykke og krumme Linier vise, hvorledes den virkelig peger. I Nærheden af Nordpolen ere de erstattede af Punkter, hvorved skal antydes, at man der ikke er rigtig sikker paa, hvorledes de skulle drages. I Danmark er Misvisningen allerede tydelig vestlig, kommer man op imod Island og Grønland bliver Misvisningen større, omtrent 45 Grader, det vil sige, at Magnetnaalen peger mod Nordvest. Inde i Kina er der ingen videre Misvisning; det samme er Tilfældet paa

visse Steder i Nordamerika; derimod er Misvisningen i det hele stor baade i det atlantiske og det stille Hav.

Det er herefter let at forstaa, at det er meget vigtigt for Sømanden at vide, hvor stor Misvisningen er overalt paa Havet; ved han ikke, hvor stor den er, kan han heller ikke have nogen Nytte af sit Kompas. Men selv

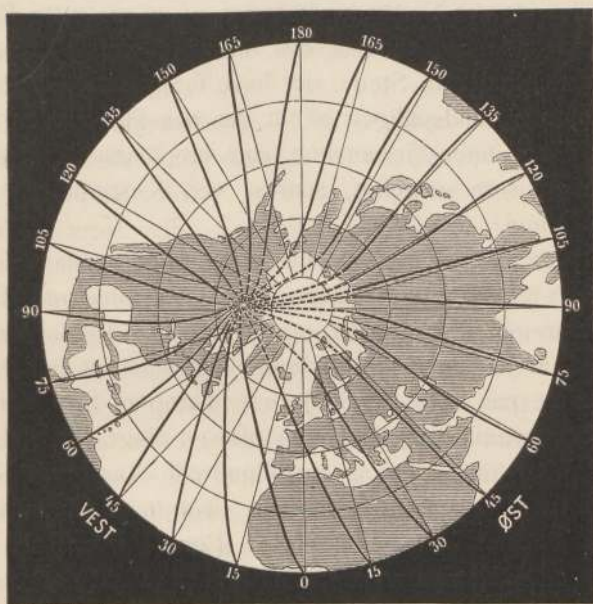


Fig. 9. Kompassets Misvisning. De tynde rette Linier vise sand Nord og Syd, de tykke vise den Retning, i hvilken Kompassnaalen peger,

om man havde maalt den een Gang, vilde Herligheden ikke vare længe, thi Misvisningen forandrer sig fra Aar til Aar, om end meget langsomt. Man ved saaledes af gamle Beretninger, at Magnetaalen viste lige mod Nord i Danmark for 200 Aar siden; i det næste Aarhundrede gik den stadig mod Vest og fik i Begyndelsen af dette

Aarhundrede sin største Misvisning, omtrent 18 Grader. Derefter begyndte den at gaa tilbage, og nu er Misvisningen omtrent 11 Grader. Og paa lignende Maade gaar det overalt paa Jorden.

Men selv om man kender Misvisningens Størrelse i en vis Del af Havet, kan man dog blive narret af Kompasset. Undertiden tror man, at alt er i Orden, og saa viser det sig, at Skibet er kommet ud af sin rette Kurs; paa saadanne Steder maa der da være ganske særegne Omstændigheder til Stede, der have forstyrret Kompasset; det kommer sandsynligvis af, at der paa Havbunden eller under denne findes Jernmalme, som ere magnetiske; dette indtræffer, som venteligt, snarest ved Kysterne og paa grundt Vand.

At det er Jernmalme, der frembringe saadanne Forstyrrelser, er saa meget sikrere, som det samme undertiden bemærkes paa Landjorden, og da har man i Reglen kunnet paavise, at Jorden enten er jernholdig, eller at der findes Jernmalme paa dette Sted. Jern er netop et Stof, som er til Stede overalt, om end som oftest i ringe Mængde. I Sverrig har man i mere end hundrede Aar brugt Kompasset til at søge efter Jernmalm. Har man Grund til at tro, at saadan Malm findes i en Egn, prøver man det nøjere med Kompasnaalen; Nordpolen vil da drages hen mod det Sted, hvor Malmen findes, og det kan saaledes temmelig nøje forudsiges, hvor man skal grave efter den. Bedre er det at bruge det saakaldte Bjergkompas, der bestaar af en Magnetnaal, der kan dreje sig om en vandret Akse. Naar den bringes hen over et Sted, hvor der er Jern i Jorden, vil Nordpolen drages nedad.

Mærkeligt nok har man ogsaa her i Landet paa denne Maade kunnet spore Virkningen af Jern i Jordbunden. Direktøren for meteorologisk Institut, A. Paulsen, har maalt Misvisningen paa mange Steder i Landet uden at finde

noget særligt; kun paa Bornholm var Misvisningen meget ejendommelig. Følger man en Linie fra Øens Nordspids til dens Sydspids, er Misvisningen omtrent 9 Grader vestlig; Vest for denne Linie er den indtil 3 Grader mindre, Øst for Linien indtil 2 Grader større, hvilket er meget store Afvigelser paa saa kort en Strækning. Forklaringen heraf ligger sikkert nok i, at den Granit, hvoraf største Delen af Bornholm er dannet, er meget jernholdig; tager man et Stykke Granit og holder det hen til et Kompas, drejer Naalen sig kendeligt.

Skibets Magnetisme. Men vi have endnu ikke talt om den største Vanskelighed, der møder Sømanden under Brugen af Kompasset; det er den, der skriver sig fra Jernet i Skibet selv. I gamle Dage, da Skibene byggedes af Træ, og da ingen Dampmaskiner fandtes i dem, var det egentlig kun Ankere og Kættinger, der kunde volde Bryderi. Men nutildags bygges de store Skibe næsten udelukkende af Jern og Staal, og disse Ting maa jo forstyrre Kompasset meget. Man vil paa et saadant Skib finde, at Kompasset, i Stedet for at vise mod Nord, kan pege mod Nordøst eller Nordvest, maaske helt mod Øst eller Vest ja endog mod Syd; Kompasset er i Virkeligheden ganske ubrugeligt, hvis man ikke kan rette Fejlen. For at gøre dette, maa det først staa klart for en, hvorfra Fejlen hidrører. For det første maa vi da lægge Mærke til, at Skibet, mens det bygges, bliver magnetisk, saaledes at det faar en Nord-ende i den Del, der vender mod Nord, en Sydende i den Del, som er mod Syd. Skibet er derfor en stor Magnet, der kan virke stærkt ind paa Kompasnaalen. For det andet virker Jernet i Skibet som alt Jern tiltrækkende paa den nærmeste Pol.

Nu sørger man selvfølgelig for at opstille Kompasset paa et passende Sted i Skibet, hvor det er saa langt fra Jernmasserne som muligt, undertiden hænger man det

endog højt op over Dækket. Derpaa prøver man ved Hjælp af Magneter, der slaas fast til Dækket eller anbringes i Kompashuset, at bringe Naalen til at staa rigtigt. Ogsaa anbringes Stænger eller Kugler af almindeligt Jern i Nærheden, og man flytter dem frem og tilbage, indtil Kompasset igen viser rigtigt. Helt at ophæve Fejlen er noget besværligt, men man kan forholdsvis let bringe den ned til et Par Grader.

Men selv om Fejlen en Gang er rettet, kan man ikke stole paa, at Kompasset i længere Tid vil vise rigtigt; navnlig paa lange Rejser maa det hyppig prøves, naar man ikke vil udsætte sig for store Ulykker.

Det magnetiske Observatorium. Man forstaar nu, at Kompasset, der synes at være en saa simpel Ting, i Virkeligheden giver Anledning til mange Overvejelser, og alt, hvad der angaar det, har en saa overmaade stor Vigtighed, først og fremmest for Søfarten, at det har været nødvendigt at indrette Observatorier, hvor alle disse Ting kunne maales og prøves. Ligesom man paa et astronomisk Observatorium følger Solens, Maanens og Stjernernes Gang, hvilken man maa kende for at finde Tiden, og for at Sømanden ved deres Hjælp kan bestemme sit Sted paa Havet, saaledes følge de magnetiske Observatorier Magnet-naalens Bevægelser.

Ogsaa i Kjøbenhavn findes et saadant Observatorium. Ved dette er der nu for det første den Ejendommelighed, at man ikke kan bygge det, hvor man vil; der maa nemlig ikke findes Jern i store Mængder i dets Nærhed, og Bygningen selv maa være jernfri; alle Hængsler, Haandtag, Søm o. lign. maa derfor være af Messing eller andet Metal, kun ikke af Jern. Ogsaa de Personer, som arbejde derinde, maa lægge alle Jerngenstande som Nøgler og lignende fra sig, inden de gaa derind. Strengt taget maa der kun være een Magnet i Observatoriet, da de gensidig

forstyrre hinanden. Tager man dem meget smaa, gaar det dog an at have flere Magneter i samme Rum.

Det danske magnetiske Observatorium ligger i Botanisk Have; det bestaar af to Pavilloner i Haven selv og en Slags Kælder i det Stykke af den gamle Vold, paa hvilket det astronomiske Observatorium er bygget. Følger man med Observatoren derind, maa man lægge alt Jern som Nøgler o. lign. fra sig og faar saa en lille Lygte med rødt Glas i Haanden. Man kommer saa ind i et bælgmørkt Rum, hvor Instrumenterne ere opstillede; et af dem lægge vi særlig Mærke til. Det er en Magnetnaal, som hænger i en fin Silketraad eller rettere et Silkespind. Paa en sindrig Maade bliver denne Magnets Bevægelser fotograferede, og disse Fotografier opbevares nu. Af dem ser man de mindste Bevægelser, som Naalen har udført. Man ser af Fotografiet, at Naalen ikke alene forandrer Stilling fra Aar til Aar, men at den ogsaa foretager regelmæssige daglige og aarlige Bevægelser; Solen har altsaa ogsaa Indflydelse paa den.

I Virkeligheden er Magnetnaalen aldrig helt rolig, den svinger saa smaat frem og tilbage og kommer undertiden pludselig i saa stærk Bevægelse, at den drejer sig en Grad eller mere, uden at man kan ane, hvad Aarsagen er dertil. Man siger da, at der hersker et magnetisk Uvejr.

Er Magneten saaledes i Uro paa et Sted af Jorden, er den det paa alle Steder; den ubekendte Aarsag virker altsaa overalt paa Jorden; alle Magnetnaale staa i en Slags Forbindelse med hinanden. Det er utvivlsomt, at dette har noget med Nordlyset at bestille, thi stærke Nordlys frembringe altid magnetiske Forstyrrelser.

Man kunde maaske mene, at det ikke var værd at ofre saa meget paa den Slags Bagateller; hvad har det at betyde, om en Magnetnaal er lidt urolig, det behøve vi vel ikke at tage os nær. Dette kan nu paa en Maade

være meget sandt, men man maa betænke, at alt, hvad der kan bidrage til Oplysning om Magnetismens Væsen, kan komme til Nytte paa mange Maader. Først og fremmest paa den Maade, at vi derved ville blive i Stand til at forudsige, hvorledes Kompasset vil vise paa ethvert Sted og paa enhver Tid, ligesom Astronomerne forudsige Solens og Stjernernes Løb, hvorved man vilde gøre Søfarten en uvurderlig Tjeneste. Men dernæst er en Magnets Nytte ikke indskrænket til Kompasset. Overalt hvor Elektricitet frembringes og anvendes, sker det ved Magnetens Hjælp, derfor er alt, hvad der kan tjene til Oplysning om Magneten, af største Værd.

Kompassets Historie. At en Magnet trækker Jern til sig, er saa let at bemærke, at det vistnok har været bemærket overalt, hvor der findes magnetiske Jernmalme; at man kan bruge en Magnet til at finde, hvor Nord og Syd er, maa være opdaget ved et heldigt Tilfælde. Vi vide intet om, naar det er sket første Gang. De ældste Efterretninger om Kompasset findes i gamle kinesiske Bøger, og de gaa ud paa, at man i Kina har brugt Kompasset for over 4000 Aar siden, som det synes først til at finde Vej over de store Sletter, hvor der dengang ingen Veje fandtes. Fra Kina har Kompasset saa udbredt sig til de omboende Folkeslag; Europæerne lærte det at kende i det tolvte Aarhundrede efter Kristi Fødsel, formodentlig have de faaet det gennem Araberne paa Korstogenes Tid. I Norden omtales Kompasset først af Are Frode, født 1067, som kalder det Leidarstein.

Vor meste Viden om Magneten skyldes vi en Læge, nemlig Englænderen Gilbert, som i Aaret 1600 udgav en Bog om Magnetens Egenskaber. Han har ogsaa forklaret os, hvorfor Magnetnaalen peger imod Nord; han tænker sig, at Jorden er en Magnet, den nordlige Halvkugle er en Sydpol, den sydlige en Nordpol; da ensbenævnte Poler

frastøde hinanden, medens uensbenævnte tiltrække hinanden, maa Naalens Nordende da pege mod Nord. Efter Gilbert maa der altsaa findes een eller flere stærke Magneter i Jordens Indre. En saadan Forklaring kaldes en Hypotese; om Hypotesen er sand eller ikke, kan man aldrig vide, thi ingen kan gaa ned og se efter, om Magneten findes der. Vel er det den simpleste og fatteligste Grund, som man kan finde paa, men den forklarer ikke alt, hvad den skal, thi hvorledes kan Magnetnaalen da forandre sin Retning, og hvorfra skulde de magnetiske Uvejr komme; det er jo saa urimeligt at tænke sig, at disse Magneter i Jordens Indre skulle være i en stadig Bevægelse.

ELEKTRISERMASKINEN.

Elektrisermaskinen har vel ingen videre Anvendelse i det praktiske Liv, men det er alligevel nok værd at vide Besked om, hvordan den er indrettet, og hvad den kan gøre. Den har først ret vakt Interesse for Elektriciteten, og ved dens Hjælp har man lært meget om denne Naturkraft. Den har været Hovedaarsag til, at Folk have tænkt og eksperimenteret over Elektricitet og derved fundet ny og bedre Maader til Elektricitetsfrembringelse.

For at forstaa, hvorledes man er kommet paa den Tanke at lave en Elektrisermaskine, er der et Par Ting, man først maa vide. Det ene er, at flere Stoffer som Rav, Glas og Lak, naar de gnides med en tør, ulden Klud, kunne tiltrække smaa Stykker Papir, Bomuld, ja vel egentlig alle Legemer, naar de blot ere tilstrækkelig lette. Man siger derfor, at Rav, Glas og Lak blive elektriske. Det er nu en Gang en Benævnelse, som er bleven almindelig, uden at man ret ved, hvad Navnet betyder. Et saadant elektrisk Legeme har ogsaa den underlige Evne, at det giver smaa Gnister, naar man nærmer Haanden til det.

Det andet, man bør vide, er, at Legemerne deles i to Afdelinger, de gode og de slette Ledere, hvilke ogsaa

kaldes Isolatorer. Metallerne ere gode Ledere, derfor laves Telegraf- og Telefontraadene af Jern eller Kobber. Slette Ledere ere Glas, Lak, Svovl, Parafin, Porcelæn og mange andre. Af Vædsker ere Vand og alle Opløsninger i Vand gode Ledere, men Petroleum og Benzol samt de fleste Olier slette Ledere. Naar en slet Leder som Lak gnides med Uld, bliver den elektrisk, men kun netop der, hvor den gnides; den elektriske Kraft, som man kalder Elektricitet, kan ikke brede sig ud i Lak. Metallerne kunne derimod kun vanskelig blive elektriske, Elektriciteten synes i hvert Fald at være svagere, fordi den udbreder sig i dem; holder man et Metalstykke i Haanden og gnider det, gaar Elektriciteten bort gennem Haanden og det menneskelige Legeme til Jorden; derimod kan man gøre Metal elektrisk ved Gnidning, naar man sætter det paa en Glasstang, som holdes i Haanden eller fæstes paa anden Maade.

Da alle Legemer kunne gøres elektriske ved Gnidning, er det let nok at lave en Elektrisermaskine; den ældste Maskine, man har haft, var lavet af en Tysker Otto Guericke. Den bestod af en Kugle af Svovl, der kunde drejes rundt ligesom en Slibesten; lægger man sin ene Haand paa Kuglen og drejer med den anden paa Haandtaget, bliver Kuglen stærkt elektrisk, den kan give gode Gnister og tiltrækker stærkt.

Det er dog ubekvemt at skulle bruge begge Hænder paa een Gang, og man søgte derfor at finde paa noget andet at gnide med. En Englænder Canton lagde da Mærke til, at Glas blev stærkt elektrisk ved at dypes i Kvægsølv, men det er ubekvemt at bruge det flydende Kvægsølv. Han huskede da paa, at Kvægsølv bliver fast, naar det blandes med et Metal som Tin eller Zink. Det faste Legeme, som faas paa denne Maade, kaldes Amalgam. Tinamalgam brugtes navnlig tidligere til at lave Spejle;

gnider man den graalige Masse, som sidder paa Bagsiden af et Spejl, af, har man Tinamalgam. Blandes det med lidt Fedt og smøres paa Skind, har man et godt »Gnidetøj«, som gør Glas stærkt elektrisk. Det er denne Gnidning, som paa en bekvem Maade besørjes af Elektrisermaskinen.

Elektrisermaskinen. Den bestaar af en rund Glas-skive, som kan drejes ved Hjælp af Haandtaget a; m er

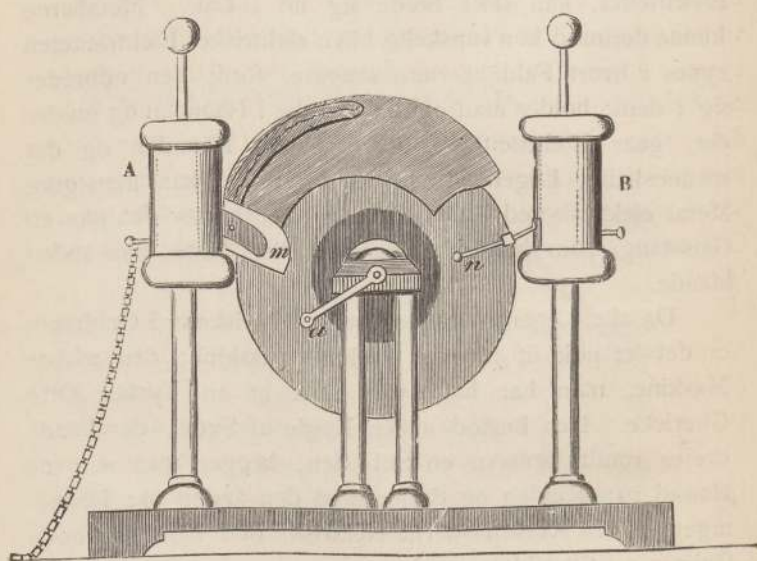


Fig 10. Elektrisermaskinen.

det saakaldte Gnidetøj, som bestaar af to Træplader, der paa Indersiderne ere betrukne med Skind; mellem Træet og Skindet er der ofte lagt noget blødt som Filt eller lignende. Man kalder det Gnidepuderne. Skindet smøres nu med Fedt, og derpaa drysses Amalgamet, som først maa rives til et Pulver. Man kan selv lave Amalgamet, men det er bedre at købe det paa Apoteket.

Gnidetøjet trykkes ind mod Glasset af to Messingfjedre, der sidde paa en rund Cylinder A, der laves af en ombøjet Messingplade, hvis Rande loddessammen. Foroven og forneden lukkes Cylindren med afrundede Træpropper. Denne Cylinder kaldes den negative Konduktor. Konduktor betyder Leder; Grunden til, at den kaldes negativ, faa vi senere at vide.

Lad os nu dreje Glasskiven fra venstre til højre. Skiven gnider da mod Puderne og bliver derved elektrisk. Man ser nemlig, at den tiltrækker alle lette Ting og giver lange, tynde Gnister, naar Haanden nærmes. Man lader imidlertid ikke Elektriciteten blive paa Skiven, men fører den over paa den positive Konduktor B, der er lavet ganske paa samme Maade som den negative Konduktor. Dette bevirkes ved to Messingstænger n, der sidde fast paa den positive Konduktor og ere forsynede med smaa Spidser, der vende ind mod Glasskiven. Naar Skiven drejes rundt, ser man i Mørke smaa Gnister paa Spidserne; det er Elektriciteten, der gaar fra Glasset til Konduktoren.

Ofte befæstes til Gnidepuderne to krumme Trælister, der bære ferniseret Silketøj, som ligger løst paa Glasskiven; derved forhindrer man, at Elektriciteten gaar fra Glasset ud i Luften, inden den naar hen til Spidserne.

Den elektriske Gnist. Har man en Elektrisermaskine vil man straks prøve, om den kan give Gnister. For at faa en god Gnist bærer man sig saaledes ad: Paa Konduktorerne er der gerne befæstet to korte Messingstænger, der ende i Kugler. Man tager en Metalkæde eller en Metaltraad; dens ene Ende fæstes til den negative Konduktor, den anden Ende lader man ligge paa Gulvet. Derpaa drejes Skiven rundt, og man holder en Finger hen imod den positive Konduktor, helst ud for den lille Kugle. Er Maskinen god, vil man da se, at der kommer Gnister

mellem Kuglen og Haanden; jo større Maskinen er, og jo hurtigere den drejes, des længere bliver Gnisterne, og des flere faar man.

Gnisterne ere hvide, blaalige eller violette, de korte næsten lige; de længere ere krumme, ofte zigzagformede. De frem-

bringe en egen stikkende Smerte i Haanden og komme med en egen Lyd, et Knald.

Vil man se Gnisten smukt, skal man gøre Forsøgene i Mørke; er Haanden, helst Knoen, tæt ved Kuglen, er Gnisten ganske hvid og stærkt lyssende som vist i Fig. 11 a og b.

Fjernes Haanden til een eller to Tommers Afstand, er den

endnu i Reglen hvid, men ikke mere lige (Fig. 11 c.) Fjernes Haanden mere fra Konduktoren, forandrer Gnisten helt sit Udseende, dens Farve bliver rødviolet og dens Udseende meget foranderligt. I Reglen ligner den et Træ, hvis Stamme udgaar fra Metalkuglen; denne Stamme deler sig i to, tre eller flere

Grene, der atter dele sig (Fig. 11 d). Er Elektrisermaskinen i god Stand, vil man, naar det er mørkt, se, at der udgaar Lys fra flere Dele af den. Saaledes ses en Lysning mellem Indsugerne og Glasskiven (Fig. 10); det er, som om der skød sig Straaler hen ad Skivens Overflade. Fra den

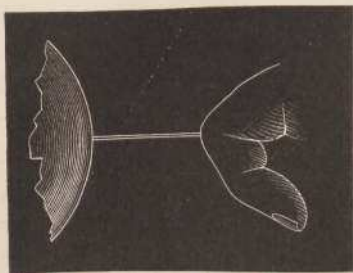


Fig. 11 a.

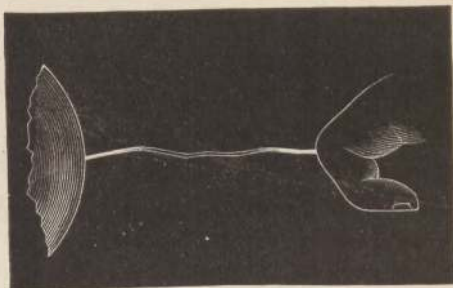


Fig. 11 b.

øverste Kugle paa den positive Konduktor udgaar der en meget smuk Kost, bestaaende af en kort, lige Stamme, der deler sig i utallige Grene (Fig. 12). Paa den tilsvarende Kugle paa den negative Konduktor ses derimod kun et svagt Lys.

Vi have hidtil kun talt om Glaspladens Elektricitet; vi skulle nu se, at der ogsaa opstaar Elektricitet i Gnide-

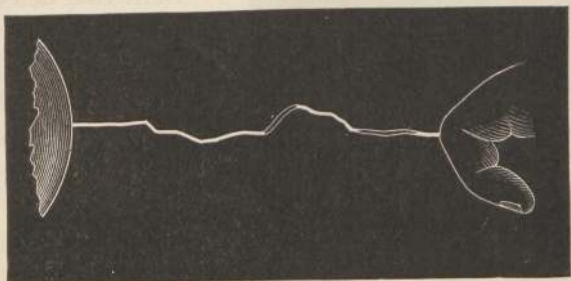


Fig. 11 c.

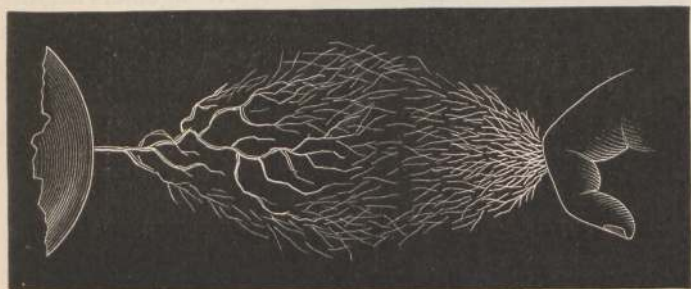


Fig. 11 d.

tøjet. Vi tage Metalkæden, som hænger ved den negative Konduktor, fra denne og befæste dens ene Ende til den positive Konduktor, medens Kædens anden Ende hænger ned til Jorden. Drejes Skiven nu rundt, gaar Glassets Elektricitet ned i Jorden, og man skulde vente, at der ikke var nogen Elektricitet mere i Maskinen. Men holdes Haanden hen til den negative Konduktor, faas lige saa stærk

en Gnist, som vi før fik fra den positive Konduktor. Denne Gnist ser i Reglen ud som Gnisten Fig. 11 b; den er snart

hvid, snart rødlig, men den deler sig ikke saa let i Grene som den positive Gnist.

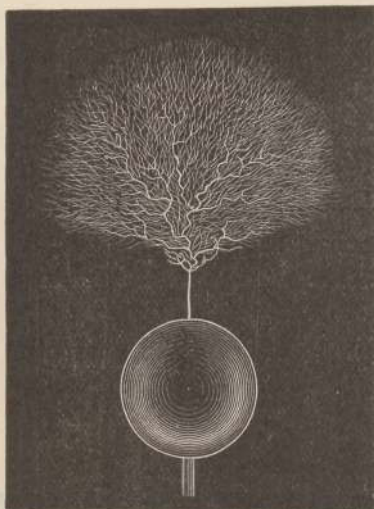


Fig. 12. Elektrisk Kost.

Dette viser den vigtige Egenskab ved Gnidningen, at begge Legemer, som grides, her Glas og Amalgam, blive elektriske og tillige, at der er Forskel paa de to Slags Elektricitet. Forskellen betegnes ved, at Glassets Elektricitet kaldes positiv, Amalgamets negativ. Derfra have ogsaa Konduktorerne faaet deres Navne.

Da Gnisten er saa ejendommelig og foranderlig, skulle nogle flere Former af den beskrives. Man gør bedst i at skaffe sig en saakaldet Udlader; den kan laves paa mange Maader, f. Eks. saaledes som vist i Fig. 13. To Metalkugler A og B hvile paa Glasstænger C og D. Kuglerne ere gennemborede, saaledes at Metalstængerne E og F kunne skydes frem og tilbage i dem. E og F ere to Ringe, til hvilke man fæster to Kæder, af hvilke den ene føres til den positive, den

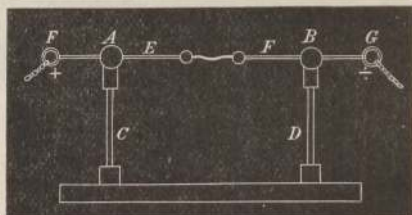


Fig. 13. En elektrisk Udlader.

anden til den negative Konduktor. Paa Stængernes anden Ende kan man enten sætte Kugler, Spidser eller Plader, alt af Metal, i Reglen Messing. Naar disse ikke ere for langt fra hinanden, slaar der Gnister over mellem dem, saa snart Elektrisermaskinens Skive drejes rundt.

Have Kuglerne en Diameter af en halv Tomme, og er det en mindre Elektrisermaskine, faar man Gnister, hvis Udseende forandres, idet Kuglerne fjernes; om Gnisterne

Udseende faar man et Begreb ved at betragte Fig. 14.

I a er Gnisten ganske kort; den er hvid ved den positive Kugle, som ofte kaldes den positive Pol. Saa kommer en længere Strækning,

paa hvilken Gnisten har en smuk rødviolet Farve; denne Del er i Figuren gjort mør-

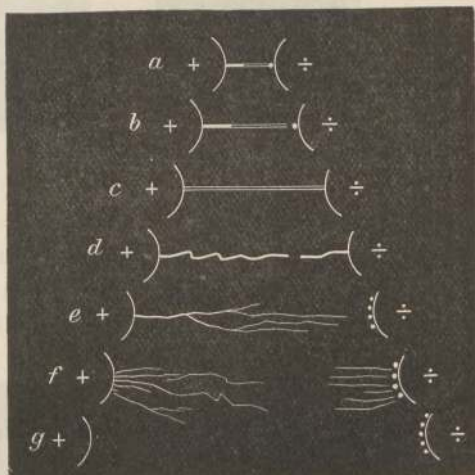


Fig. 14. Gnister mellem Kugler.

I b er Gnisten en halv Tomme lang; dens Udseende er ellers i det hele uforandret. I c er den tre Fjerdedel Tomme; den er nu rødviolet helt igennem, temmelig svagt lysende og noget taaget. Ved d er den en Tomme lang; den er hvid undtagen paa en kort Strækning i Nærheden af den negative Pol, hvor den bliver borte. Ved e er den igen helt forandret; den er rødviolet og forgrenet, kun ved den negative Pol ses smaa Lyspunkter. I f er Gnisten

halvanden Tomme lang; der udgaar nu flere Stammer fra den positive Pol, ved den negative ses de sædvanlige hvide Prikker. Endelig i g er Gnisten helt forsvunden. Kun de hvide Prikker ved den negative Kugle holde sig.

Her slog Gnisten over mellem to Kugle; sætte vi nu i Stedet for den ene Kugle en Spids, bliver Gnistens Udseende igen forandret, som man ser af Fig. 15, 16, 17, 18.

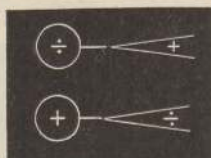


Fig. 15.

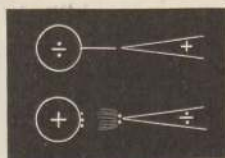


Fig. 16.

Gnister mellem Kugle og Spids.

I Fig. 15 er Afstanden mellem Spidsen og Kuglen en Linie; man faar da en lys Gnist, enten Spidsen er positiv eller negativ. I Fig. 16 er Afstanden 2 Linier, med positiv

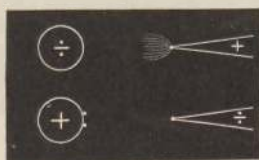


Fig. 17.

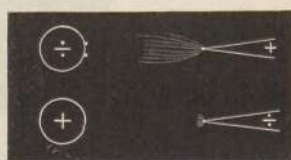


Fig. 18.

Gnister mellem Kugle og Spids.

Spids faar man ogsaa nu en hvid kraftig Gnist, men med negativ Spids kun lidt Lys paa Spidsen; bliver Afstanden større som i Fig. 17 og 18, faar man ingen Gnist, naar Spidsen er negativ, kun lidt Lys; er Spidsen positiv, faar man flere rødviolette Gnister ved Siden af hinanden, paa Grund af Ligheden med en Fejekost kalder man denne Udladning en Kost.

Bruges endelig to Spidser, faar man en hvid, skarp Gnist, naar Længden er lille, 4 Linier; er den længere, ses kun lidt Lys paa den negative Pol.

Foruden Lys og Lyd giver Gnisten ogsaa Varme, derfor kan den bruges til at tænde Gaslygterne; Sprit og andre let-antændelige Vædske bryde i Brand, naar de rammes af Gnisten.

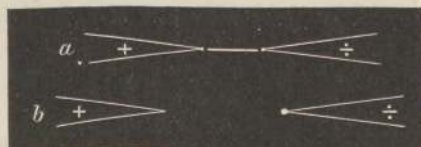


Fig. 19. Gnister mellem Spidser.

Holdes et Stykke Papir mellem Kuglerne paa Udladeren (Fig 13), kan Gnisten bore smaa Huller i det; stærke Gnister antænde Papiret. Ogsaa Glas og andre slette Ledere gennembøres af Gnisten, naar den er kraftig.

Spidser. Forbindes den negative Konduktor med Jorden ved en Metalkæde, vil den positive Konduktor blive elektrisk, naar Skiven drejes. Men har man til Konduktoren befæstet en Synaal eller anden spids Genstand, vil man næsten slet ingen Elektricitet faa i Konduktoren. Holdes Haanden hen til den, giver den kun en ganske lille Gnist. Paa Spidsen ser man i Mørke lidt Lys, en ganske lille Kost maaske, der viser, at Elektriciteten gaar ud gennem Spidsen. Derfor maa man passe paa, at der intet spidst eller kantet er paa Konduktoren, thi saa virker Maskinen kun slet. Ganske paa samme Maade gaar det, naar den positive Konduktor afledes til Jorden, medens Spidsen sættes paa den negative Konduktor; den eneste Forskel er, at man ingen Kost ser paa Spidsen, men i det højeste en lille lys Plet.

For at faa Elektriciteten ud af en Konduktor er det ikke engang nødvendigt at sætte Spidsen paa Konduktoren; det er nok at tage en spids Metalgenstand, f. Eks. en Kniv, i Haanden og vende Spidsen mod Konduktoren,

den taber da sin Elektricitet. Herved forstaas ogsaa, hvorfor man bruger Spidser til at føre Elektricitet fra Elektriser-maskinens Glasskive over paa den positive Konduktor.

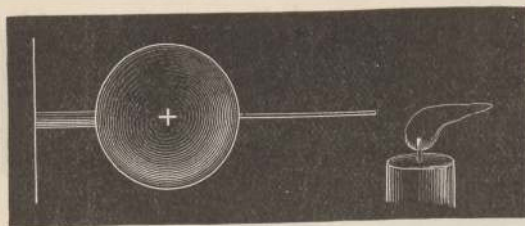


Fig. 20.

Der er en anden Mærkelighed ved Spidserne, som fortjener at anføres. Sæt en Strikkepind fast til den posi-

tive Konduktor og hold et Lys tæt hen til den, som Fig. 20 viser. Lyset bliver da ligefrem blæst bort; holdes Haanden hen til Spidsen, kan man ogsaa mærke, at der udgaar en Vind fra den. Vi vide, at Elektriciteten strøm-

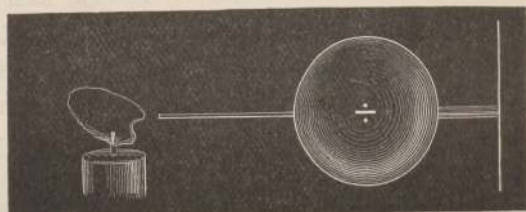


Fig. 21.

mer ud af Spidsen, vi se nu, at den river Luften med sig. Gentages Forsøget med den negative Konduktor, Fig. 21, ser det lidt anderledes ud; Flammen bliver baade tiltrukken og frastødt. Tag et Stykke Guld- eller Sølvpapir og klip det ud, som Figur 22 viser, men i den dobbelte Størrelse. Bøj Vingerne lidt nedad og læg det med Midten paa Enden af en Strikkepind; forbindes Strikkepinden nu med den positive Konduktor, vil Møllen give sig til at løbe meget hurtigt rundt; er den ikke gjort meget nøj-



Fig. 22.

agtig, eller er den for nær ved Konduktoren, flyver den gerne væk; men det kan let forhindres ved at lave en lille Hætte og fæste Møllevingerne paa den.

Leidner-Flasken. Naar man vil have rigtig stærke Virkninger af Elektriciteten, maa man samle en stor Mængde op af den. Dertil bruges for det første Elektrisermaskinens Konduktorer; jo større de gøres, desto lysere ere Gnisterne, og desto stærkere er Knaldet; derimod forøges deres Længde ikke derved. Til Opsamling af Elektricitet bruger man gerne den saakaldte Leidnerflaske, Fig 23. Den har i Reglen Form af et meget stort Ølglas; Bunden og den nederste Del af Siden beklædes baade indvendig og udvendig med Stanniol. Inden i Glasset staar en Messingstang, som forneden hviler paa Stanniolen, foroven ender den i en Messingkugle. Den kan holdes i Stilling ved at støbe Gibs omkring den eller paa anden Maade.

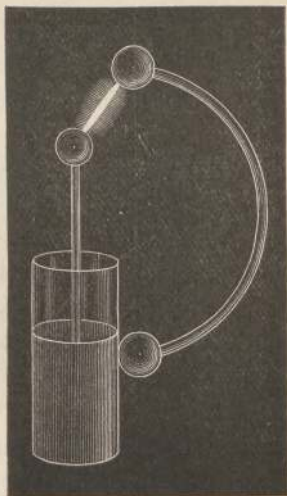


Fig. 23. Leidnerflasken.

Den lades, det vil sige, fyldes med Elektricitet, paa følgende Maade: Ved Hjælp af en Metalkæde eller -Traad forbindes den ydre Beklædning f. Eks. med den negative Konduktor, medens Kuglen holdes tæt til den positive Konduktor. Derpaa drejes Skiven rundt, og Elektriciteten gaar nu over i Flasken. Tager man nu med venstre Haand om Flasken, fjerner den fra den positive Konduktor og nærmer den højre Haand til Kuglen, springer der en kort, men stærk Gnist over paa Haanden, ledsaget af et stærkt Knald. Jo større Flasken er, desto stærkere er

Virkningen. Lades flere store Flasker, og forbindes deres Kugler, kan Gnisten blive saa kraftig, at den kan slaa Dyr og vel ogsaa Mennesker ihjel.

En Leidnerflaske kan lades saa stærkt, at den kan smelte tynde Metaltraade; slette Ledere som Glas eller tørt Træ slaas itu eller splintres.

Lyn og Torden. Ligheden mellem den elektriske Gnist og Lynet er paafaldende stor; de ligne hinanden i Form, Farve og den Lyd, der ledsager dem. Men Ligheden strækker sig langt videre. Slaar Lynet ned i et Hus, kan det smelte tynde Metaltraade som en Klokkestreng, det knuser og splintrer slette Ledere som Glas og Træ; træffer det tykke Metalstænger, følger det dem uden at gøre dem Skade. Varmen i Lynet kan undertiden smelte Sand sammen; derved fremkomme de rørformige Fordybninger, som undertiden dannes ved Lynnedslag i sandet Jord. Dyr og Mennesker dræbes eller bedøves, og man vil da i Reglen se, at deres Klæder ere sønderrevne, og at der paa Huden findes forbrændte eller svedne Pletter eller Streger. Ikke sjældent mister den ramte Syn og Hørelse, dog faar han dem igen i Løbet af nogle Dage; det synes snarest, at Lynet har indvirket forstyrrende paa Nerverne, der føre Indtrykkene til Hjernen. I det hele har Tordenvejr ofte en særegen forstyrrende Virkning paa nervøse Personer, der have været i Nærheden af det Sted, hvor Lynet slaar ned, uden at de ligefrem rammes.

Den store Lighed mellem Lynet og den elektriske Gnist, som tydelig fremgaar af hosstaaende Billede, der er tegnet efter et Fotografi, bragte Benjamin Franklin paa den Tanke, at Lynnedslag kan gøres uskadelige ved at benytte den Omstændighed, at Elektriciteten kan føres gennem tykke Metaltraade. Han foreslog, at man paa Husets Tag skulde opstille en lodret Metalstang, som endte i en Spids. Fra denne Stang skulde en metallisk Ledning, —

som oftest bruges dertil et Kobbertov, — føre ned i en Brønd ellem Dam. En saadan Lynafleder har virkelig i mange Tilfælde gjort Nytte; er Lynaflederen i Orden, det vil navnlig sige, er der god metallisk Forbindelse helt igennem og god Forbindelse til Grundvandet, er der næppe nogen Grund til at befrygte, at Lynnedslaget skal gøre Huset Skade.

Franklin lod Lynaflederen ende i en Spids i den Tanke, at Spidsen skulde berøve Tordenskyen dens Elektricitet; dette kan maaske i enkelte Tilfælde ogsaa ske.

Den værste Indvending der kan gøres mod Lynaflederen, er, at den kan trække Lynet til Huset; men

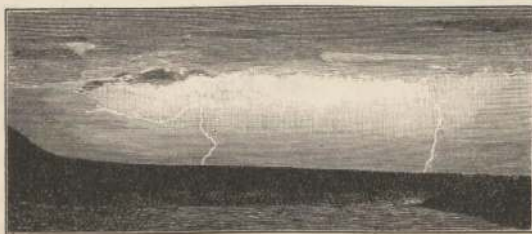


Fig. 24. Lynnedslag.

denne Indvending har næppe stort at sige. Vel kan det ikke nægtes, at den kan virke saaledes; men det vil sikkert yderst sjældent blive Tilfældet; skulde det ogsaa ske, er der dog ingen Fare derved, naar Lynaflederen er i Orden.

I den af J. Appel udgivne Bog »Lynaflederen«, Kbhvn. 1894, findes en udførlig Beskrivelse af Lynaflederens Indretning og Anbringelse.

Lynet har ikke altid Form af en Gnist, undertiden iagttages kun en udbredt Lysning imellem Skyerne; maaske er da Gnisten skjult af dem, maaske gaar det til paa en anden Maade.

Af og til hører man, at der har været et Kuglelyn; disse Kugler ere lysende, undertiden saa store som et Hoved, som oftest mindre. De dale langsomt ned fra Skyerne; som oftest ses de i det fri, men komme ogsaa imellem ind i Værelser. De holde sig kun en kort Tid, derpaa sprænges de og udsende smaa Lyn eller Gnister til Siderne.

Hvordan Tordenvejr opstaar, vides ikke.

Elektrisk Tiltrækning og Frastødning. Gnides en slet Leder, f. Eks. en Stang Lak, med et Stykke uldent Tøj eller med Silketøj, siltrækker den, som tidligere nævnt, lette Legemer. Man viser dette meget smukt ved at tage en Strimmel Papir og klæbe Enderne sammen saaledes, at det danner en Ring. Sættes den paa et Bord og nærmes Lakstangen,



Fig. 25.

vil Ringen rulle hen til den. (Fig. 25.)

Paa denne og andre lignende Maader vises det, at et elektrisk Legeme tiltrækker alle uelektriske Legemer.

At der ogsaa er en elektrisk Frastødning, kan vises saaledes: Man klipper tyndt Sejlgarn over i Stykker paa 3 til 4 Tommer, binder dem, som Fig. 26 viser, fast til en Strikkepind, som staar paa en Klat Lak eller en anden slet Leder. Fra Strikkepinden gaar en Metaltraad hen til en af Elektrisermaskinens Konduktorer. Drejes Skiven rundt, ser man, at Traadene, der før hang lige ned, stritte ud til alle Sider. Da alle Traadene ere elektriske, viser dette Forsøg, at elektriske Legemer frastøde hinanden.

Men herfra er der dog en meget vigtig Undtagelse. Lad os antage, at der omtrent midt imellem de to Kugler paa Udladeren Fig. 13 hænger et lille ledende Legeme, f. Eks. en Messingknap ved en Silketraad. Knappen, som fra først af er uelektrisk, vil da trækkes hen til den nær-

meste af Kuglerne. Den vil faa denne Kugles Elektricitet, og da Knappen og Kuglen nu begge ere elektriske, vil Knappen igen stødes bort. For saa vidt er alt i sin Orden. Man skulde nu vente, at Knappen ogsaa vilde blive frastødt af den anden Kugle, men dette er ikke Tilfældet; den tiltrækkes derimod, rører ved den, faar samme Elektricitet som Kuglen, og nu vil den blive ved at svinge frem og tilbage, saa længe Elektrisermaskinen er i Virksomhed.

Man ser, hvad der sker, men ved ikke, hvorfor det sker. Vi pleje at sige saaledes. Ved Gnidningen blive begge Konduktorer elektriske, men der er en Forskel paa deres Elektricitet; det se vi allerede af Gnistens Udseende. Det er derfor, man har givet Konduktorerne forskellige Navne. Men at Konduktorerne bære sig forskelligt ad, maa ligge i, at Elektriciteten i dem er forskellig; der maa altsaa være to Slags Elektricitet, den positive og den negative. Da den er frembragt ved Gnidning mellem Glas og Amalgam, maa Glasset faa positiv, Amalgamet negativ Elektricitet. Men vi kunne faa Elektricitet ved Gnidning mellem mange andre Legemer; altid er Resultatet dog det samme: det ene Legeme faar positiv, det andet negativ Elektricitet.

Man kunde tænke sig, at der var endnu flere Slags Elektricitet, men det synes ikke at være Tilfældet, hvilket man navnlig slutter af Gnisternes Udseende, som er det samme, hvad end Elektrisermaskinens Skive laves af, Glas, Ebonit, Svovl, eller hvad den grides med, Amalgam, Uld, Silke.

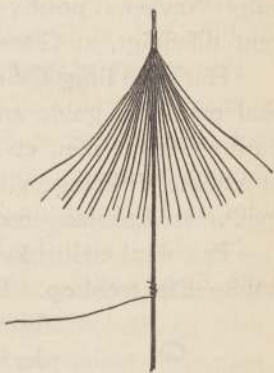


Fig. 26.

Om disse to Slags Elektricitet lære Forsøgene os nu, at de begge tiltrække uelektriske Legemer, at positive Legemer frastøde hinanden, negative ligeledes, men at et positivt og et negativt Legeme tiltrække hinanden.

Endnu et Forsøg skal anføres. Forbindes Maskinens to Konduktorer med en Metaltraad, ville de være ganske uelektriske, hvor længe man end drejer Maskinen; de to Slags Elektricitet siges derfor at ophæve hinanden, ligesom $+7$ og -7 tilsammen give 0. Det er derfor, man har valgt Navnene positiv og negativ for dem, men det er rent tilfældigt, at Glassets Elektricitet kaldes positiv.

Har man Brug for en ringe Mængde positiv Elektricitet, skal man blot gnide en tør, helst varm Glasstang eller et varmt Glasrør med et Stykke Tøj; Uld eller Silke er her af samme Virkning; vil man have lidt negativ Elektricitet, gnides en Lakstang med et af de nævnte Stoffer.

Paa den elektriske Frastødning grunder sig det saakaldte **Elektroskop**. Det bestaar af en Metalstang, som foroven ender i en Kugle; forneden er der til den fæstet to tynde Blade, Halmstraa, Guldblade eller bedst Aluminiumblade. Stangen gaar gennem Proppen i en Glasflaske, der tillige tjener til at beskytte de lette Blade mod Lufttræk eller anden Forstyrrelse. Giver man Kuglen Elektricitet, slaa Bladene ud fra hinanden. Om et Legeme er elektrisk eller ikke, kan altsaa prøves ved at lade det berøre Elektroskopets Kugle. Mærkeligt nok slaar Elektroskopet ogsaa ud, naar et elektrisk Legeme kommer i Nærheden af det. Man siger da, at Elektroskopet er blevet elektrisk ved Fordeling.

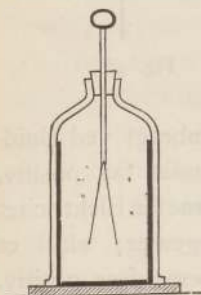


Fig. 27. Elektroskop.

GALVANISKE ELEMENTER.

Man kan ganske vist frembringe Elektricitet ved Gnidning, og den er i visse Henseender meget kraftig; nogen synderlig Anvendelse har man dog ikke kunnet gøre af den. Elektriciteten fik først ret Betydning, da Volta i Aaret 1800 opdagede en ny Maade at lave Elektricitet paa, ved Hjælp af de saakaldte galvaniske Elementer. Disse ere endnu i hyppig Brug, om end de nu for en stor Del ere fortrængte af andre Elektricitetskilder.

Voltas Bægerapparat. Et galvanisk Element laves saaledes: Man bøjer en Kobberstrimmel AB, to eller tre Tommer bred, som Figuren viser; inden i den sættes en Zinkstrimmel C af samme Bredde; for at de ikke skulle røre ved hinanden, klemmes Korkpropper ind imellem dem. Det hele sættes ned i et Glas eller en Krukke, som fyldes med en Blanding af Vand og Svovlsyre; et Rumfang stærk Svovlsyre i 10 Rumfang Vand er et meget passende Forhold. Man maa være forsigtig, naar Vand og

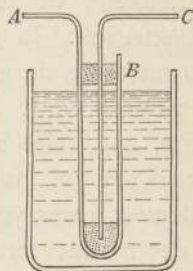


Fig. 28.
Voltas Element.

Svovlsyre blandes, da der under Blandingen frembringes en stor Mængde Varme, som kan bringe Vandet i Kog, saaledes at Svovlsyren sprøjtes omkring; denne Fare undgaas ved at hælde Svovlsyren i en fin Straale til Vandet.

Almindeligt Zink ædes op af Svovlsyren; dette forhindres ved at amalgamere Zinken. Denne vædes da med stærk Salpetersyre, skylles i Vand og lægges paa et Bord. Derpaa gnides nogle Draaber Kvægsølv ind i Zinken med Fingrene eller med en Børste. Zinken faar da et smukt søvlignende Udseende og holder sig godt i Svovlsyre. Kobberet skal man helst lade beholde sin urene, iltede Overflade; det er endog heldigt at gløde Kobberet først, saa at det bliver sort.

Vi skulle nu vise, at der er Elektricitet i Zink- og Kobberpladen. Det bedste Bevis ville vi have, hvis man med det beskrevne Element kan faa en elektrisk Gnist, og dette lader sig gøre paa følgende Maade: Zinken og Kobberet pudses rene ved C og A; man tager en Kobbertraad, hvis ene Ende rører ved Kobberet, den anden ved Zinken. Skilles Traaden nu fra Kobberet, mens den stadig rører ved Zinken, ser man en lille Gnist der, hvor de adskilles. Men den er rigtignok kun synlig i Mørke. Med en Jerntraad eller en Fil gaar Forsøget endnu bedre. Ganske vist er denne Gnist meget svag; den er dog tilstrækkelig til at godtgøre, at vi have faaet frembragt Elektricitet. Jo større Zink- og Kobberpladerne ere, og jo nærmere de ere hinanden, desto tydeligere er Gnisten. Stærkere Gnist faas ved Hjælp af et galvanisk Batteri (Fig. 29). Det bestaar af en Række lignende Elementer som det, vi have beskrevet. Kobberpladen i det ene Element rører ved eller er loddet sammen med Zinkpladen i det næste; forbinder man nu den yderste Kobberplade med den yderste Zinkplade, faar man en Gnist, naar

Traaden tages fra. Denne Gnist er des kraftigere, jo flere Elementer der er i Batteriet.

Den første Zink- og den sidste Kobberplade kaldes Elementets Poler. Forbindes de f. Eks. ved Klemmer eller Klemskruer, hver med sin Kobbertraad, kan man ogsaa betragte disses fri Ender som Batteriets Poler. Om man end nærmer dem nok saa tæt til hinanden, faas dog ingen Gnist; det er først, naar de igen fjernes, Gnisten kommer. Dette er dog kun sandt, naar Antallet af Elementer er ringe. At et galvanisk Batteri kan give Gnister lige saa godt som en Elektrisermaskine, har Engländeren Gassiot bevist. Han lod lave et Batteri, som

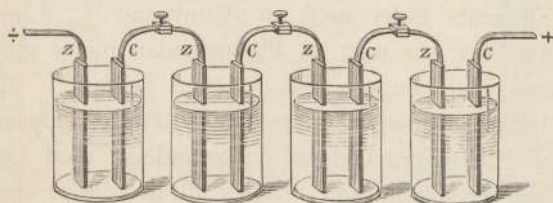


Fig. 29. Et Batteri af Voltas Elementer.

bestod af 3520 Elementer af den Indretning, som vi have beskrevet, kun med den Forskel, at Glassene simpelt hen vare fyldte med Regnvand. Nærmedes dette Batteris Poler saa tæt til hinanden, at Afstanden blev $\frac{1}{50}$ Tomme, slog der Gnister over uden Afbrydelse, og det blev ved dermed i 5 Uger. Utvivlsomt kunde Forsøget have været fortsat i mange Aar.

At galvaniske Elementer frembringe Elektricitet, er herefter utvivlsomt, men kan forøvrigt bevises paa mange andre Maader. Forbindes et stort Batteris ene Pol med Jorden, den anden Pol med Kuglen paa et Elektroskop, gør dette et Udslag. Lader man et Batteris Poler gaa ned i to Glas med Saltvand, og holdes een Haand i hvert

Glas, føler man, naar Elementernes Antal er stort nok, et Stød i Hænderne eller i hele Kroppen, ligt det Stød, en Elektrisermaskine giver.

Et galvanisk Batteri er altsaa at ligne ved en Elektrisermaskine; i Stedet for Konduktorerne have vi her Polerne, og der er den samme Forskel paa Polerne som paa Konduktorerne. Kobberpolen eller den Traad, der rører ved den sidste Kobberplade, er positiv Pol, Zinkpolen eller dens Traad er negativ Pol.

Men der er i andre Henseender stor Forskel paa dem. Maskinen virker kun, naar den drejes, Batteriet derimod er altid i Virksomhed. Vi se dette af Gassiot's Forsøg, men vi kunne vise det paa andre Maader. Forbindes et enkelt Elements Poler med en Platintraad $\frac{1}{30}$ Linie tyk og ganske kort, ser man, at Platintraaden bliver glødende og holder sig i længere Tid i denne Tilstand. Med et Batteri lykkes Forsøget endnu langt lettere. Ogsaa ved Hjælp af Elektrisermaskinen i Forbindelse med Leidnerflasken kan en Platintraad bringes til at gløde; men det varer kun et Øjeblik, her kan det blive ved timevis.

Det er dog ikke saaledes at forstaa, at et galvanisk Batteri kan blive ved at virke til evig Tid; navnlig er det her beskrevne Voltaske Element forholdsvis ubestandigt, efter faa Timers Forløb vil det i Reglen være ubrugeligt. Man kan bringe det til at virke igen ved at pudse Kobberpladen eller hellere udgløde den. Vi skulle derfor nu beskrive nogle andre Elementer, der kunne benyttes i lang Tid uden kendelig Svækkelse.

Konstante Elementer. Det simpleste og et af de bedste galvaniske Elementer, som baade kan give en stærk og en varig Strøm, er Bunsens Tvekromsyre-Element. Elementet bestaar for det første af en Zinkplade, der først maa amalgameres, dernæst af en Kulstang eller Kulplade, som træder i Stedet for Kobber i Voltas Element. Man

gør bedst i at tage en af den Slags Kulstænger, som anvendes i den elektriske Buelampe. Zinken er som sædvanlig den negative Pol, Kullet den positive. Den Vædske, som skal benyttes, faas ved at opløse tvekromsurt Kali i Vand og dertil sætte stærk, saakaldet koncentreret Svovlsyre. Efter Vægt er Forholdet mellem Bestanddelene:

- 1 tvekromsurt Kali,
- 2 konc. Svovlsyre,
- 10 Vand.

Dette Element forekommer i Handelen i den i Fig. 30 viste Form. To lange Kulplader ere forbundne metallisk med hinanden og med en Klemmskrue paa Laaget. Imellem dem hænger en amalgmeret Zinkplade, der hæves og sænkes ved Hjælp af en Messingstang, som glider i Messingrøret, der staar i metallisk Forbindelse med den anden Klemmskrue; naar Elementet skal bruges, sænkes Zinkpladen ned i Vædsken. Man maa endelig passe paa at hæve Zinkpladen op af Vædsken, naar man har brugt Elementet.

Ved Undervisning bruges ofte Daniells eller Bunsens Elementer, hyppigst det sidstnævnte, som er indrettet paa følgende Maade: I et større Glas nedsættes den saakaldte Lercylinder, et Kar af brændt Ler uden Glasur, som er meget porøst. Uden om det findes en bøjet Zinkplade, hvortil er loddet en Kobberstrimmel. Inde i Lercylinderen sættes en Kulstang, som laves af Retortkul; man kan ogsaa bruge de runde Kulstænger, som anvendes til at frembringe elektrisk Lys. Til Kullet befæstes en Kobberstrimmel eller Kobbertraad ved en Klemme. Zinken staar

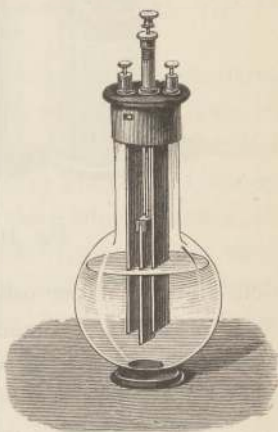


Fig. 30. Tvekromsyre-Element.

i fortyndet Svovlsyre, dannet ved at blande eet eller to Rumfang koncentreret Svovlsyre med 20 Rumfang Vand. Kullet staar i koncentreret Salpetersyre. Dette Element giver en meget stærk og varig Strøm; der er dog

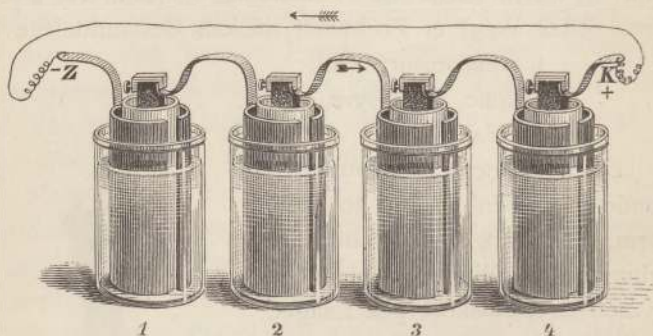


Fig. 31. Bunsens Elementer.

den Ulempe, at det udsender ildelugtende Dampe. Fig. 31 viser et Batteri, bestaaende af 4 Bunsenske Elementer. Her er Z den negative, K den positive Pol.

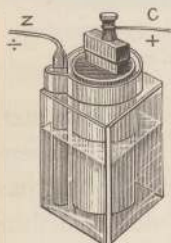


Fig. 32. Leclanchés Element.

Til elektriske Ringeværker samt til Telegraf- og Telefonbrug anvendes meget Leclanchés Element, som man ser i Fig. 32. Det ligner i det ydre Bunsens Element en Del, men er ellers meget forskelligt fra det. Det har Zink og Kul ligesom Bunsens Element; men Zinken staar i en Blanding af Vand og Salmiak, en Salmiakopløsning. Kullet er omgivet af Brunsten, et fast Stof; det hele gennemtrængt af Salmiakopløsning, som er gaaet gennem Lercylinderen. Dette Element er ogsaa kraftigt, men bliver snart træt; lader man det hvile lidt, kan det atter virke; derfor kan det netop bruges ved de nævnte Lejligheder, hvor man ikke har Brug for en jævn Strøm. Naar disse Elementer blive

uvirksomme, ligger det som oftest i, at Vandet er dampet væk fra Salmiakken; man hælder da Vand paa dem.

Den elektriske Strøm. Naar en Metaltraads to Ender bringes i Berøring med et galvanisk Elements eller Batteris to Poler, bliver den bragt i en særegen Tilstand, om hvis egentlige Væsen vi intet vide, men som giver sig til Kende ved mange mærkelige Virkninger. Er Traaden tynd og kort, opvarmes den kendeligt, kan endog gløde eller smelte; den maa altsaa faa Varme fra Elementet, og dog er Elementet selv koldt.

Forbindes to Traade med Polerne, og bringes deres Ender først i Berøring og skilles derpaa ad, ser man en Gnist, som, naar Batteriet er stærkt nok, bliver et stadigt Lys, det elektriske Buelys, som er den kraftigste Lys- og Varmekilde, vi kende. Dyppes Traadenderne ned i en Vædske som Vand eller fortyndet Svovlsyre, vil der stige Luft op fra den ene eller fra begge Traade; der foregaar her en kemisk Virkning, som har fundet saa udbredt Anvendelse, at man nutildags fremstiller mange Metaller saa vel som andre Stoffer ad elektrisk Vej. Disse ere Virkninger i Ledningen, der forbinder Polerne; men der er, som Ørsted har vist, ogsaa Virkninger uden for Lederen selv.

Hvorledes alt dette gaar til, vide vi intet om, maaske faar Mennesket aldrig nogen Forstand paa det; vi kunne ved Forsøg prøve alt, hvad der kan udrettes med en saadan Ledning, og vi kunne anvende det lærte paa mangfoldige Maader. Imidlertid er det bekvemt at kunne udtrykke sig kort og utvetydigt derom, og derfor har man indført visse Betegnelser, egentlig billedlige Udtryk, som nu skulle omtales. Naar en Metaltraad forbinder et Elements Poler, siger man, at der gaar en elektrisk Strøm igennem den. Enhver Strøm sker i en eller anden Retning; vi sige, at Strømmen gaar fra Elementets positive til dets negative Pol. Her er nu det ejendommelige, at Strømmen ikke

alene gaar gennem Lederen, men ogsaa gennem Elementet selv. Er det f. Eks. et Voltask Element, gaar Strømmen fra den positive Pol, Kobber, gennem Ledningstraaden til Zinken, derfra gennem Vædsken til Kobber.

Mens Strømmen gaar, siger man, at Kredsen eller Ledningen er sluttet; tages Lederen bort, eller afbrydes den paa et Sted, er Kredsen aaben.

Dette, at Strømmen gaar tilbage i sig selv, er i en vis Forstand paafaldende; sammenlignes Strømmen med en Bæk eller anden Vandledning, synes der at være en stor Forskel imellem dem; dog er den ikke saa stor, som det synes. Floden fører vel Vandet ud i Havet, men fra dette gaar Vandet igen som Damp op i Luften og falder ned igen som Regn, der af Floden føres tilbage til Havet; ret beset, gaar Vandet ogsaa rundt i en Kreds ligesom Elektriciteten.

Sammenlignes Virkningerne af en elektrisk Strøm og en Vandstrøm med hinanden, finde vi disse langt rigere og mangfoldigere hos den elektriske Strøm. Ja, vi kende intet, der i den Henseende kan lignedes ved den elektriske Strøm. Derfor griber dens Anvendelse ogsaa om sig med en forbavsende Hurtighed; medens Elektricitetens Virkninger for 50 Aar siden vare uden al praktisk Anvendelse, ere disse nu næsten utallige. Paa intet Punkt af menneskelig Virksomhed kan man sige, at Elektricitet ikke har eller ikke vil faa Anvendelse, og ikke alene har man nu mange Anvendelser, men deres Antal forøges Aar for Aar, samtidig med at vi lære ny og overraskende Virkninger af denne Naturkraft at kende.

Den elektriske Strøm er ikke alene uden for os, i den os omgivende Verden; den spiller en maaske endnu større Rolle i os selv. Navnlig er Nervesystemet Sæde for elektriske Strømme, som baade synes at medvirke til at bringe Sanseindtryk til Hjernen og til at sætte Muskler

og Lemmer i Bevægelse. Ligesom Land og By nu ere fyldte af et Væv af elektriske Ledninger, saaledes er Nerve-Systemet at betragte som et Ledningsnet, der vist i Hovedsagen spiller en lignende Rolle til at vedligeholde Forbindelsen mellem Legemets forskellige Dele.

Galvanoplastik. Det er kun de ædle Metaller, der findes i ren Tilstand i Jorden; de andre findes i Ertser, og af dem faas Metallet ved Udsmeltning med Kul. Det er navnlig de saakaldte tunge Metaller, som Jern, Zink og Kobber, der faas paa denne Maade. Metallernes Udvinning kræver derfor rigeligt Brændsel, og det fik man i ældre Tid fra Skovene. Men dette førte efterhaanden til, at Skovene forsvandt, og mange Steder maatte Jernværkerne derfor nedlægges. Senere anvendtes Kullene til dette Brug, og kun hvor disse findes i rigelig Mængde, kan man tænke paa at indvinde Metallerne. I de senere Aar ere nu ny Fremgangsmaader komne frem, hvor den elektriske Strøm træder i Stedet for Varmen, og ved denne kunne i mange Tilfælde Metallerne erholdes paa en billigere og bekvemmere Maade, og navnlig bliver det derved muligt at faa dem renere.

For at vise Muligheden heraf, behøver man blot at tage en Opløsning af Kobbervitriol og lade en elektrisk Strøm gaa igennem den, idet man dypper to Kobbertraade, som komme hver fra sin af et galvanisk Elements Poler, ned i Vædsken. Man vil da snart se, at den af Traadene, som gaar hen til den negative Pol, beklædes med et rødt Pulver, medens den anden svinder lidt ind. Det røde Pulver er rent Kobber, som er gaaet ud af Vædsken.

Tydeligere bliver Forsøget, naar man vikler den Leder, som kommer fra den negative Pol, omkring Skaftet af en Teske og stikker Skeen lidt ned i Vædsken; man ser da, hvorledes Skeen lidt efter lidt beklædes med Kobber;

først er det et Lag saa tyndt, at man lige kan skimte Farven, men hurtig bliver Laget tykkere og antager Kobberets røde Farve; til sidst bliver det kornet.

Man kalder dette at forkobre, og paa lignende Maade kan man fornikle, forsøve, forgylde osv. Især Forsølvning har en stor Betydning i det daglige Liv. Forsøvede Genstande kaldes Plet. Efter den længere eller kortere Tid, Genstandene ere i »Badet«, og efter som Strømmen er stærk eller svag, bliver Søvlaget tykkere eller tyndere; derefter retter Bekostningen sig ogsaa. Cykler, Dørhaandtag og mangfoldige andre Genstande, som ere meget udsatte for Slid og for Luftens Indvirkning, beklædes med Nikkel, fornikles. Nikkel er et Metal, som i meget ligner Jern, men det har den gode Egenskab, at det ikke rustet.

Man kan ogsaa ved den elektriske Strøm alene danne Metalgenstande som Statuer og lignende. Man laver da først en Form af Voks, Kautschuk eller lignende Materiale, som gøres ledende for Elektriciteten ved et tyndt Lag af Grafit; paa denne Form kan da Kobber eller et andet Metal udfældes ved den elektriske Strøms Hjælp. Oftest gøres Formen hul, og Metallet afsættes da inden i den.

Mærkelig er den Maade, hvorpaa man nutildags laver Kobberrør. I tidligere Tid forfærdigedes de ved at bøje en Plade sammen, saaledes at Kanterne rørte ved hinanden og derpaa loddedes sammen. Men saadanne Rør blive let utætte, ligesom det er vanskeligt at faa dem nøjagtig runde. Nu tager man en rund Kobberstang, der er forbunden med den negative Pol, og drejer den rundt i Badet. Kobberet afsætter sig da ganske ligeligt over hele Stangen, og naar Laget er blevet tilstrækkelig tykt, skubber man det af Stangen og har nu saa jævnt og rundt et Rør som man kan ønske sig.

Akkumulatorer. Klip to Strimler af en Blyplade og stil dem ned i et Glas med fortyndet Svovlsyre; bøj den

øverste Ende af Strimlerne om Glassets Rand, saa Strimlerne hænge ned i Vædsken uden at røre hinanden. Berør nu disse Strimler med Poltraadene fra et Bunsensk Batteri af to Elementer. Du vil da se, at den Blystrimmel, som er forbunden med den positive Pol, bliver brun, og efterhaanden bliver Farven meget dyb; den anden Strimmels Udseende forandres kun lidt. Tager du derpaa Poltraadene væk, vil du have et galvanisk Element, dannet af de to Blyplader og Svovlsyre; det kan give Gnister, magnetisere Jern, kort sagt gøre alt, hvad et rigtigt galvanisk Element kan gøre; den brunede Plade svarer til Kullet, den ufarvede til Zinken. Jo større Blypladerne ere, desto varigere bliver Strømmen. Man kan f. Eks. tage to større Blyplader, rulle dem sammen, sætte dem ned i et Kar og derefter med Pinde eller Glasstrimler skille dem ad, saaledes at de intet Steds røre ved hinanden.

Et saadant Element kaldes en Akkumulator, hvilket betyder Opsamler; den spiller den allerstørste Rolle i det praktiske Liv, da den er det eneste Middel, vi have til at opsamle Elektricitet i større Mængde. Skal en Akkumulator virkelig kunne bruges med Fordel, maa den indrettes saaledes, at den ikke spilder for megen Elektricitet, hverken naar den lades, eller mens den staar og venter paa at blive brugt. Desværre er det vanskeligt at naa dette Maal.

Den første Akkumulator er lavet af Franskmanden Planté; han fandt, at den kunde bringes til at optage en betydelig Mængde Elektricitet, naar man underkaster den en vis Proces, som kaldes at formere den. Man lader først Strømmen gaa igennem Akkumulatoren i den ene Retning, derpaa i den anden Retning, og saaledes bliver man ved, indtil Akkumulatoren er bleven saa god som muligt.

Belgieren Faure fandt paa at lette denne Formering ved at beklæde Blypladerne med Mønnie eller andre Bly-

forbindelser. Nutildags gør man Brug af begge Fremgangsmaader. Blypladerne støbes gerne saaledes, at de



Fig. 33. Akkumulatorplade.

danne som et Net af Bly med smaa Huller eller Aabninger, eller de støbes saaledes, at Overfladen er ujævn, riflet. Aabningerne eller Fordybningerne udfyldes da med Mønnie, og naar Pladerne ere færdige, sættes de ned i Beholderne med fortyndet Svovlsyre og formeres. I hver Beholder staar der flere Plader parallele med hinanden (Fig. 34); de positive Plader for-

bindes med hinanden ved en Blystrimmel; de negative ligesaa. Beholderen laves af Glas eller Ebonit; undertiden er den af Træ eller Beton, som er beklædt indvendig med sammenloddede Blyplader, der maa holdes adskilte fra Akkumulatorpladen.

For at give en Forestilling om Nyttens, som en Akkumulator kan gøre, skal anføres, at den Elektricitet, der kan opsamles i en Akkumulator, som vejer 200 Pund, kan i en Time gøre lige saa meget Arbejde som en Hest.

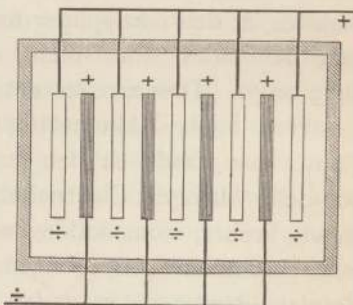


Fig. 34. Akkumulator.

Akkumulatorerne anvendes paa mangfoldige Maader; paa den elektriske Station i Kjøbenhavn lades de om Eftermiddagen og hjælpe saa ved Byens Belysning om Aftenen. Man benytter dem til at oplyse Jernbanevogne og til andet lignende Brug. Endvidere til Bevægskraft, saaledes til Sporvognskørsel, idet Strømmen fra dem driver Vognen ligesom Dampen Lokomotivet. Ulemperne ved dem ere det ret betydelige Elektricitetstab ved Ladningen samt deres store Vægt. Denne sidste Omstændighed kommer navnlig i Betragtning, naar Akkumulatoren anvendes til Sporvognsdrift, som det er Tilfældet i København ved Nørrebros Sporvej.

Volt. Enhver, der faar med elektriske Anlæg at gøre, vil ofte høre Tale om Volt og vil gerne vide, hvad det betyder. Det er svært at forklare, men Praksis vil snart lære ham, hvad det er. Man mærker let, at de forskellige Slags Elementer ikke ere lige stærke; forbinder man dem med hinanden paa den Maade, at de ville give modsat rettede Strømme i Ledningen, vil den ene faa Overhaand, og det er da den stærkeste. Man siger, at den har den største elektromotoriske Kraft. Størrelsen af denne Kraft maales i Volt. Et Element, bestaaende af Zink og Kobber i fortyndet Svovlsyre, har en elektromotorisk Kraft, der er mindre end een Volt, for Bunsens Element er den 1,9 Volt, for Akkumulatoren 2 Volt. Sættes flere Elementer sammen, som i Fig. 29, vokser Kraften; for 4 Bunsenske Elementer er den $4 \times 1,9 = 7,6$ Volt. Strømstyrken, et Element kan give, retter sig for en stor Del efter Antallet af Volt; dog kommer ogsaa Pladernes Størrelse og Afstand samt Vædskenes Natur i Betragtning.

ELEKTROMAGNETEN.

De første Spirer til Naturvidenskaberne ere nedlagte af de gamle Grækere; de kendte lidt til Magnetisme, mindre endnu til Elektriciteten, men dette lidet har dog haft sin store Betydning, ligesom Frøet er nødvendigt for Plantens Vækst. Efter Forløbet af over et Aartusinde fattede man igen Interesse for disse saa uanselige Kræfter, der da snart viste sig i Besiddelse af en vidunderlig Frugtbarhed. Intet Steds ser man saa tydeligt som i Fysikken, at man ikke skal foragte de smaa Ting; de ligge ofte inde med de største Muligheder. Det er kun faa Mennesker, der have haft Øje derfor, men deres Arbejde har fundet sin rige Løn. Det Eksempel herpaa, som vi nu skulle dvæle ved, har en særlig Interesse, fordi det er en dansk Mand, der her ved at gaa ud fra en tilsyneladende ubetydelig Iagttagelse har givet Stødet til store Fremskridt, der stadig følges af ny.

I de foregaaende Aarhundreder har Fysikken i Danmark været lidet dyrket. Store Opdagelser bleve gjort i andre Lande, og Kundskaben herom naaede ogsaa her til, men vakte kun liden Opmærksomhed. Rasmus Bartholin

beskrev i Slutningen af det syttende Aarhundrede den mærkværdige Dobbeltbrydning, som viser sig hos den islandske Kalkspat, og ved samme Tid opdagede Ole Rømer, at Lyset tager Tid til at udbrede sig. Men disse, rigtignok betydningsfulde, Iagttagelser staa temmelig ene.

Men i Midten af forrige Aarhundrede gjorde Regeringen Skridt til at forbedre Forholdene, idet en anset tysk Videnskabsmand, Kratzenstein, indkaldtes. Han anskaffede sig for egen Regning en Samling af fysiske Instrumenter, som han skænkede til Universitetet; af dem er endnu en Del i Behold, men de fleste gik til Grunde ved den store Ildebrand 1795. Efter ham bidrog Overhofmarskal Adam Wilhelm Hauch overordentlig meget til at vække Interesse for og Forstaaelse af Fysikkens og Kemiens Betydning. Han skaffede sig efterhaanden en meget stor og pragtfuld Samling af fysiske Instrumenter, som nu findes paa Sorø Akademi; han holdt Forelæsninger derover og har selv udført videnskabelige Arbejder.

Højt op over de nævnte rager dog H. C. Ørsted. Han blev født d. 14. August 1777 i Rudkjøbing, hvor hans Fader var Apoteker; han lagde sig ogsaa selv efter Kemi og blev farmaceutisk Kandidat. 1806 ansattes han som Professor i Fysik, i hvilken Stilling han forblev til sin Død d. 9. Marts 1851.

Mest bekendt er Ørsted bleven ved Opdagelsen af Elektromagnetismen. I Vinteren 1818—19 var han bleven opmærksom paa, at den elektriske Strøm virkede paa en Kompasnaal, som befandt sig i nogen Afstand fra den, og denne Virkning foresatte han sig at undersøge nøjere. Dette vilde med Nutidens Hjælpemidler være let at gøre, men Ørsted maatte træffe ret omfattende Forberedelser dertil. Han undersøgte nu omhyggeligt de Betingelser, der vare nødvendige for at faa Virkningen frem, og udgav d. 21. Juli 1820 en latinsk Beskrivelse over Forsøgene.

Elektromagnetismen. Lad NS (Fig. 35) være en Magnetnaal med Nordpol N og Sydpol S; den vil vise i Nord og Syd. AB er en Metaltraad, som der gaar en elektrisk Strøm igennem, f.

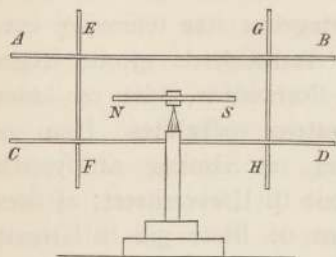


Fig. 35.

Eks. fra A til B. Bringes den nær til Magneten, vil denne dreje sig til Siden, Nordpolen vil gaa indad, Sydpolen udad, eller, som man ogsaa kan sige, Nordpolen vil dreje sig mod Øst. Gaar Strømmen under Magneten, f. Eks. i CD, i Retning fra

C til D, vil Naalen dreje sig med Nordpolen til Vest. Gaar Strømmen nedad gennem en lodret Leder EF, der holdes Norden for Magneten, vil Nordpolen dreje sig udad, mod Vest. Gik Strømmen endelig nedad i Lederen GH, vilde Nordpolen dreje sig indad, til Øst.

Lader man Strømmen gaa fra B til A, i Stedet for fra A til B, drejer Naalen sig til den modsatte Side; paa lignende Maade gaar det med de andre Ledninger.

Denne af Ørsted opdagede Virkning af den elektriske Strøm kaldes Elektromagnetisme. Den er i mange Henseender mærkelig, dels ved, hvad den lærer os, og dels ved det særegne i Kraftens Væsen. Kraften er hverken nogen Tiltrækning eller nogen Frastødning; den Slags Kræfter kendte man flere af i Forvejen; i Ørsteds Forsøg have vi derimod noget ganske nyt; det er derfor vanskeligt at give en Regel for Magnetnaalens Bevægelse. Man plejer at gøre det paa følgende Maade: Skal man finde, hvorledes Magnetnaalen bevæger sig, naar der gaar en elektrisk Strøm i Retningen fra A til B oven over Naalen, saa holder man sin højre Haand langs med Strømmen, saaledes at Haanden peger i Strømmens Retning. Haanden

holdes saaledes, at dens Inderside vender mod Magneten; dennes Nordpol vil da dreje sig til den Side, hvor Tommelfingeren findes. Nordenden bevæger sig altsaa mod Øst indad mod Papiret, og dette vil virkelig ske. Paa samme Maade findes Bevægelsen i andre Tilfælde.

Den Egenskab ved den elektriske Strøm, som Ørsted har opdaget, viser, at Strømmen selv er en Slags Magnet, og at dette er rigtigt, faa vi mange Eksempler paa. Særlig viser det sig ved, at denne Kraft, ligesom Magnetens Kraft, gaar usvækket igennem alle Legemer (undtagen Jern). Man kan holde Plader af Glas, Træ eller Messing imellem Strømmen og Magneten, uden at Kraften svækkes det mindste. Og den virker kun paa Magneter (og Jern); Naale af andre Stoffer dreje sig ikke; dette tror man nu er en Selvfølge, men det er det slet ikke; der er ingenting i Fysikken, som er en Selvfølge; alt maa der bevises ved Forsøg.

Galvanometret. Saaledes kaldes et Instrument, ved hvis Hjælp man kan spore selv meget svage elektriske Strømme. Det indrettes saaledes: En lang Kobbertraad AB (Fig. 36) vikles, som Figuren viser, saaledes, at den danner en Rulle, og befestes paa passende Maade. Derpaa opstilles en Magnetnaal saa nær ved Rullen som muligt, paa en saadan Maade, at den er omgivet af Vindingerne. Gaar der nu en elektrisk Strøm gennem Traaden, vil Naalen dreje sig; hvis Strømmen gaar ind ved A og ud ved B, vil Naalens Nordende gaa mod Øst, indad. Holdes højre Haand nemlig paa den foran beskrevne Maade, vil man finde, at baade den øverste og den nederste Del af Rullen ville søge at dreje Naalen paa denne Maade.

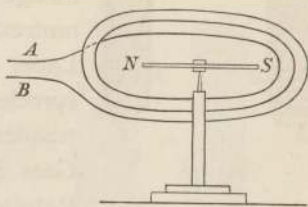


Fig. 36.

Man maa passe paa, at Vindingerne ikke berøre hinanden, i saa Fald kan Strømmen jo skyde Genvej; derfor er det bedst at »isolere« Vindingerne, det vil sige omgive Traaden med en slet Leder, hvortil bruges Bomuld eller Silke; dertil benyttes særegne Maskiner, der overspinde Kobbertraaden med Silke eller Bomuld. En saadan Leder siges da at være overspunden. Er Strømmen meget svag, kan det være nødvendigt at bruge et Galvanometer med mange Vindinger. Som oftest hænges Magnetaalen op ved en fin Traad, et Silkespind, som faas ved at trævle en Silketraad op; derved bliver man fri for Gnidningen imellem Hætten og Staalspidsen.

Elektromagneten. Man skaffer sig en Jernstang 8—10 Tommer lang, som bøjes, saaledes som Fig. 37 viser.

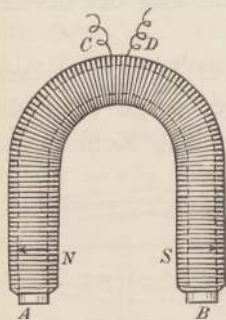


Fig. 37.

Den omvikles med overspunden Kobbertraad, $\frac{1}{2}$ Linie tyk, paa følgende Maade: Man begynder ved C, bevikler først det ene »Ben« CA fra C til A, gaar derefter tilbage med Beviklingen, forbi C til B, og derefter igen tilbage til D. Der vil da komme omtrent 200 Vindinger paa Jernkærnen. Lader man nu Strømmen fra Kromsyreelementet gaa gennem Kobbertraaden, bliver Jernet magnetisk. Gaar Strømmen i Vindingerne i den Retning, som Pilene vise, vil A blive en Nordpol, B en Sydpol. Man kalder hele Indretningen en Elektromagnet. Hvor dens Poler ere, og hvor meget den kan bære, prøves paa samme Maade som ved en almindelig Hestekomagnet.

Saa længe Strømmen gaar, er Jernet magnetisk; hører Strømmen op, forsvinder Magnetismen igen. Dette er nu netop et Fortrin ved denne Magnet, som vi skulle faa

mange Beviser paa. Jernet i den maa være meget blødt; er det ikke det, tabes Magnetismen ikke ganske, naar Strømmen hører op.

I det hele bliver Jernets Magnetisme stærkere, naar man forøger Vindingernes Antal og Strømmens Styrke, men der er dog en Grænse for Magnetens Kraft, som ikke kan overskrides. Gøres samtidig Jernmassen større, vokser ogsaa Magnetens Virkninger, navnlig dens Evne til at tiltrække Jern. Man anvender nu meget store Magneter, der kunne bære Tusinder af Pund.

Den første større Elektromagnet lod Englænderen Faraday udføre for 50 Aar siden. Efter den lod H. C. Ørsted en endnu stærkere Elektromagnet forfærdige, som findes paa den polytekniske Lærestalt; den vejer over 200 Pund og kan bære 3—4000 Pund. Et Søm, der vejer eet Kvint, hænger saa fast ved den, som om det vejede over 2 Pund. Den tiltrækker Jern, Nikkel og enkelte andre Metaller; derimod frastødes de øvrige Metaller, men dog kun meget svagt.

Denne mægtige Magnet er afbildet i Fig. 38. Man ser Enderne af Jernkærnen rage frem foroven. Den temmelig tykke Kobbertraad, som den elektriske Strøm gennemløber, er omviklet med Bomuld, der igen er gennemtrængt med Asfalt, for at Strømmen ikke skal gaa fra Vinding til Vinding. Den nederste Del af Elektromagneten er lagt ind i

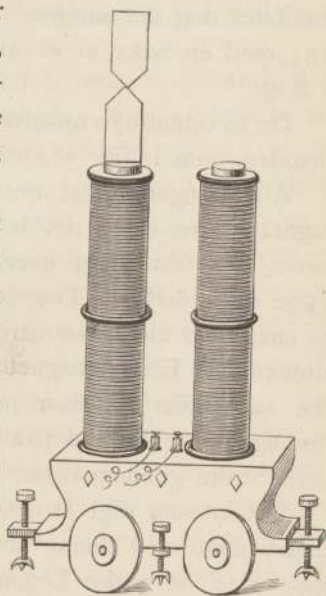


Fig. 38.

en stor Træklods, der hviler paa fire Hjul, for at den let skal kunne flyttes. Naar der sendes en kraftig Strøm gennem Vindingerne, kan man gøre mange underlige Forsøg med den. Det er klogest at lægge sit Ur til Side, inden man gaar hen til den, da ellers Urfjedren bliver magnetisk, og Uret gaar da galt.

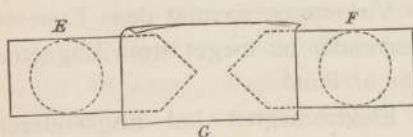


Fig. 39.

Et morsomt Forsøg bestaar i at lægge to tykke Jernplader E og F (Fig. 39) ovenpaa Polerne, og paa dem igen et Stykke Papir G. Prøv nu at klippe Papiret over!

Det gaar slet ikke, thi saa snart Spidsen af Saksen nærmes, drages den til den ene eller den anden Pol, og selv om man nok saa meget holder Tungen lige i Munden, bliver Resultatet dog det samme. Sagen er jo, at Saksen er af Jern; med en Saks af et andet Metal, vilde det være en let Sag.

De to omtalte Jernplader kunne ogsaa stilles oven paa hinanden, som i Fig. 38, uden at falde ned.

Alle Jerngenstande, der komme nær til denne store Magnet, bære sig i det hele underligt ad, fordi Magnetismen her faar Magt over Tyngden; man kan af Jern bygge de underligste Ting sammen oven paa Polerne, men saa snart den elektriske Strøm afbrydes, styrter det hele sammen. At Elektromagneten er saa kraftig, er imidlertid ikke saa underligt, naar man betænker, at der er 7000 Vindinger Kobbertraad paa den; naar der saa sendes en stærk Strøm gennem disse, kan det nok blive til noget.

Det er som sagt Jernet, der viser de kraftigste Virkninger, men med denne stærke Elektromagnet kan man ogsaa vise, at andre Legemer paavirkes. Med Vædsker prøves det lettest ved at lade en Straale af dem gaa forbi

en stærk Pol; i Fig. 40 have vi paa Magnetens ene Pol lagt en Jernklods A, hvorigennem der gaar en tyk, tilspidset Jernstang BC; tæt uden for denne Spids gaar Vædskestraalen, som strømmer ud af Røret D. Er Vædsken meget jernholdig, som Jernvitriol, vil den da tydelig bøje sig hen til Magneten. De fleste Vædsker frastødes dog, om end kun med en ringe Kraft; man ser dette paa, at Straalen bøjer sig bort fra Polen.

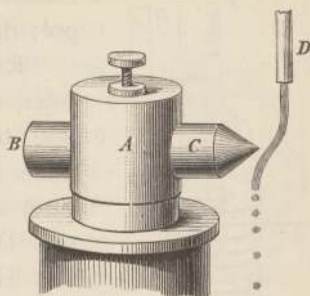


Fig. 40.

Holdes et brændende Stearinlys hen til den spidse Pol, vil Flammen ogsaa frastødes. Overhovedet frastødes de fleste Luftarter; kun Ilten, der er en Hovedbestanddel af den atmosfæriske Luft, tiltrækkes og det forholdsvis stærkt.

En elektrisk Strøms Magnetisme. Vikles en Kobbertraad om en Cylinder af Træ, Glas eller et hvilket som helst andet Legeme, og gennemløbes den af en elektrisk Strøm, virker Rullen som en Magnet. Er den viklet om Jern, bliver det en meget stærk Magnet; langt svagere er den, naar Rullen er af Træ eller Glas; tages Cylindren bort, hvorom Traaden er viklet, saaledes at vi kun beholde Rullen selv, er den endnu en Magnet.

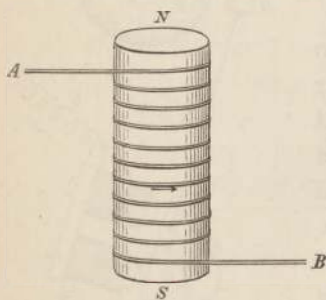


Fig. 41.

Deraf følger, at vi kunne skaffe os Magneter uden at behøve at have enten Jern eller Staal. Med den Strøm, som er antydnet i Fig. 41, er

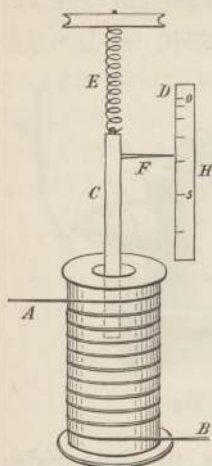


Fig. 42.

Rullens øverste Ende en Nordpol. At dette er rigtigt, vises let ved at holde Enden A hen til en Magnetnaals Nordpol; de ville da frastøde hinanden.

Rullen virker ikke alene paa Magneter, men ogsaa paa Jern, som i det hele tiltrækkes stærkt af en saadan Rulle. Man har til at vise dette indrettet et Apparat, som er vist i Fig. 42. Det bestaar af en Rulle AB, i hvis Huling en Jernstang C kan bevæge sig op og ned; Jernstangen er ophængt ved en Spiraltjeder; den bærer endvidere en Spids F, der peger paa en inddelt Maalestok H. Jo stærkere den Strøm er, som gaar gennem

Rullen, desto længere vil Viseren synke paa Maalestokken. Man ser, at dette Instrument kan bruges til at maale den elektriske Strøms Styrke; Graderne kaldes Ampère og Apparatet Ampèremeter eller Ammeter.

Elektrisk Ringeværk. En af de mest udbredte Anvendelser af Elektromagnetisme er til at ringe paa en Klokke. Apparatet (Fig. 43) bestaar for det første af en Elektromagnet AA med Ankeret B, en Jernstang, som er befæstet til Fjedren C. Ankeret bærer endvidere en Messingkugle D, der slaar paa Klokken E. F er en Fjeder, der er fæstet til G og i den fri Ende bærer

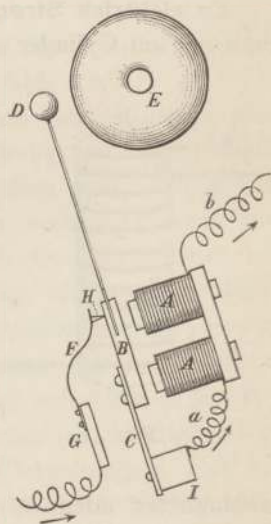


Fig. 43. Ringeapparat.

en kort Metalstift H, som berører Ankeret B. Man leder Strømmen fra et galvanisk Batteri ind ved G; den gaar gennem Fjedren F og Stiften H hen til Ankeret B; derfra føres den gennem Ledningen a rundt om Elektromagneten og tilbage til det galvaniske Batteri gennem b. Klokken E selv, Elektromagneten AA samt G og H ere befastede til et Bræt, kun Ankeret med Kneblen D og Fjedren F ere bevægelige. Saa snart Strømmen er kommen ind, begynder Klokken at ringe, og den hører ikke op dermed, før end Strømmen igen er afbrudt. Vi skulle nu se, hvorledes dette gaar til. Saa snart den har gjort Elektromagneten AA magnetisk, tiltrækkes Ankeret, og Kuglen slaar mod Klokken; men ved denne Bevægelse

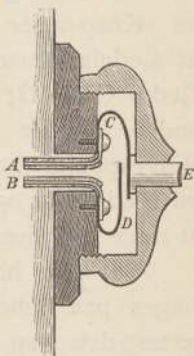


Fig. 44.

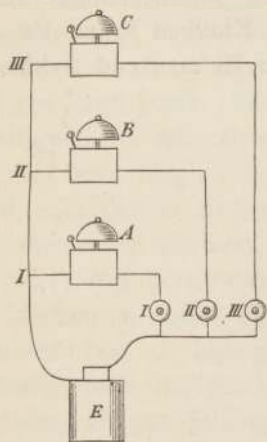


Fig. 45.

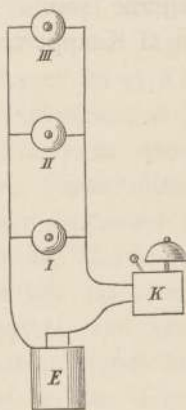


Fig. 46.

skilles Stiften H fra Ankeret B; Strømmen standser derved, Elektromagneten taber sin Magnetisme, Ankeret svinger

tilbage, slutter Strømmen igen, og saaledes vil det blive ved, saa længe Strømmen gaar.

For at ringe paa en saadan Klokke trykker man paa en »Knap«, der er fremstillet i Fig. 44. Enderne A og B af Ledningstraaden ere i Berøring med de to Messingfjedre C og D; disse røre i Almindelighed ikke ved hinanden, og der kommer altsaa ikke nogen Strøm ind i Ringeapparatet. Men trykker man paa den lille Benknap E, vil Fjedrene C og D røre ved hinanden, Klokken begynder at ringe og bliver ved dermed, indtil man slipper Knappen.

Vil man have det saaledes, at der fra Porten kan ringes paa Beboerne i enhver af Etagerne i Huset, indrettes det som i Fig. 45. E forestiller det galvaniske Batteri, I, II, III Knapperne, A, B, C Klokkerne. Trykkes f. Eks. paa Knappen II, ringer Klokken B, som er paa anden Sal.

Vil man derimod have det saaledes, at der fra flere Etager kan ringes paa een og samme Klokke, lægges Ledningerne som i Fig. 46. Klokken K vil da ringe, hvilken af Knapperne I, II eller III man end trykker paa.

TELEGRAFEN.

Forskellige Slags Telegrafer. Telegraf er egentlig enhver Indretning, ved hvis Hjælp man kan sende Meddelelser til fraværende; der var saaledes intet i Vejen for at bruge dette Navn om Postvæsenet. Taler man nu om Telegrafen, menes altid den elektriske Telegraf, men for hundrede Aar siden brugte man Benævnelsen om en helt anden Indretning, nemlig den optiske Telegraf, som bestod i Anvendelsen af Lyssignaler eller af andre Tegn, der kunde ses langt borte. Saaledes er Lyset fra et Fyrtaarn et Lyssignal, der ikke alene viser de søfarende, at de ere nær Land, men tillige i mange Tilfælde siger dem, hvor de ere, idet der er truffet en saadan Foranstaltning, at Lyset skinner en vis kort Tid, derpaa formørkes og saa atter lyser; idet dette sker paa forskellig Maade og med ulige Mellemlum, blive Fyrene kendelige fra hverandre. En anden Art af Lyssignaler benyttes ved Jernbanestationerne, hvor der paa en høj Mast anbringes bevægelige Arme, af hvis Stilling man kan se, om Toget kan komme ind paa Stationen.

Den sidste Slags Signaler ere dog kun brugelige om Dagen; selv om der er anbragt en Lampe i dem, kunne de dog kun i klar Luft ses i større Afstande; i bjerg-

fulde Egne ere de omtrent ubrugelige, naar man da ikke kan anbringe Signalerne paa de højeste Bjerger, i hvilket Tilfælde de jo rigtignok kunne ses meget vidt.

Den elektriske Telegraf virker i de fleste Tilfælde langt sikrere og kan anvendes paa langt større Afstande; ja, man kan sige, at der her paa Jorden ingen Grænse er for dens Anvendelse, man har sendt telegrafiske Meddelelser en Vejlængde lig Jordens Omkreds. Man benytter jo hertil en elektrisk Strøm, som føres gennem en Metalleder; kun maa man sørge for, at denne Leder er anbragt saaledes, at Strømmen ikke undervejs kan forlade den; det kunde vel synes næsten umuligt at opnaa dette paa saa store Afstande, og dog lader det sig virkelig gøre. Men Resultatet er ganske vist kun opnaaet ved Anvendelse af den største Omhu og store Opofrelser af Tid og Penge.

Den elektriske Telegrafs Fortrin beror navnlig paa, at Elektriciteten kan føres hvor som helst man vil; Ledningstraaden kan slaa saa mange Bugter, det skal være, den kan føres gennem Luften, graves ned i Jorden eller sænkes til Havets Bund og gør lige god Nytte alligevel.

Wheatstones Telegraf. Om en elektrisk Telegraf kunde der først for Alvor blive Tale, efter at Volta havde lært os at frembringe en elektrisk Strøm ved de saakaldte galvaniske Apparater. De ældste Former af dem, som kun bestod af et Glas, fyldt med fortyndet Svovlsyre, hvori anbragtes to Metalplader, Zink og Kobber, vare dog saa ufuldkomne og gave saa ustadig en Strøm, at det vilde være vanskeligt at gøre praktisk Brug af dem. Men siden efter fandt man paa at lave Elementer, der gave en varigere Strøm, det er de konstante Elementer; ved dem var den første Vanskelighed overvunden. Dernæst gjaldt det om at finde et godt Signal. Man kunde bruge elektriske Gnister dertil, men de blive alt for svage, naar

Strømmen skal ledes milevidt; bedre vilde det være at benytte Elektricitetens Evne til at frembringe kemiske Virkninger, og denne Metode er virkelig bleven anvendt. Det var dog først ved Ørsteds Opdagelse af Elektromagnetismen, at der kom Fart i Sagen.

Ørsted fandt, at en elektrisk Strøm, der føres forbi en Magnetnaal, bringer denne til at dreje sig til den ene eller den anden Side efter Strømmens Retning. Vi kunne derfor indrette en Telegraf paa følgende Maade: Paa et Sted, den ene Station I, findes et galvanisk Element, hvis to Poler, den positive og den negative, ere betegnede med + og $\div$; paa den anden Station, II, er opstillet en Magnet-

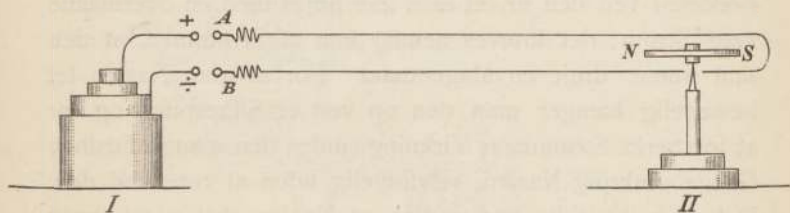


Fig. 47.

naal NS. En Metaltraad AB gaar fra Elementets positive Pol hen til den anden Station, gaar een eller flere Gange rundt om Magnetnaalen og derpaa tilbage til den negative Pol. Strømmen, som gaar rundt om Naalen, vil bevirke, at dennes Nordpol gaar indad, Sydpolen udad. Lad os kalde dette en indadgaaende Bevægelse. Vi have her, hvad man kalder et telegrafisk Signal. Løses A og B nu fra Batteriets Poler, og lader man B røre ved den positive, A ved den negative Pol, medens alt andet forbliver uforandret, vil Magnetnaalens Nordpol bevæge sig udad, Sydpolen indad; vi kalde dette en udadgaaende Bevægelse og faa saaledes igen et telegrafisk Signal.

Kan man ved Hjælp af to saadanne Signaler gøre sig forstaaelig for hinanden? Ja, dette lader sig meget godt gøre. Man danner sig da et Alfabet, idet man for Eksempel vedtager, at to paa hinanden følgende indadgaaende Bevægelser skulle betyde Bogstavet A, tre lignende Bogstavet B, fire C; en indadgaaende og en paafølgende udadgaaende betegne D og saaledes videre.

Denne Fremgangsmaade er for første Gang bleven anvendt i Aaret 1833 af to tyske Fysikere Gauss og Weber i Göttingen. Den er indført i Praksis af Engländeren Wheatstone 1837.

Wheatstones Telegraf bruges endnu mange Steder og er under visse Omstændigheder den eneste, der kan bruges. Fordelen ved den er, at man kan nøjes med en overmaade svag Strøm; der kræves nemlig kun af Strømmen, at den skal kunne dreje en Magnetnaal. For at gøre Naalen let bevægelig hænger man den op ved et Silkespind, og for at forstærke Strømmens Virkning vindes den mange Tusinde Gange omkring Naalen, selvfølgelig uden at røre ved den. Det er heller ikke nødvendigt, at Naalen skal gøre nogen stor Bevægelse; rører den sig blot saa meget, at man kan se det, er det fuldkomment tilstrækkeligt.

For at kunne bemærke selv yderst smaa Bevægelser af Naalen, har man fundet paa følgende Kunstgreb, som oprindelig skyldes en tysk Fysiker Poggendorff: Paa Siden af Naalen klæbes et ganske lille Spejl. Paa det falder Lyset fra en Lampe; dette Lys kastes af Spejlet hen paa et Stykke hvidt Papir, og man ser da en Lysplet paa Papiret. Staar Magnetnaalen stille, saa er ogsaa Lyspletten i Hvile, men rører den sig det mindste, vil ogsaa Spejlet drejes, og derved flyttes Lyspletten til den ene eller den anden Side efter den Retning, i hvilken Naalen bevæger sig.

Morses Telegraf. Ved Siden af mange Fortrin har Wheatstones Telegraf dog ogsaa sin svage Side. Den, der modtager Telegrammet, maa stadig være paa sin Post og agte paa, hvorledes Naalen svinger; er han et Øjeblik uopmærksom, er det hele til ingen Nytte. Derfor vilde det være en stor Forbedring, om man havde en Telegraf, der selv skrev af, hvad den har at melde. Dette lader sig virkelig gøre, og vi have nutildags Telegrafer, der baade kunne skrive og tegne, ja endog trykke Telegrammerne, saa at man kan læse dem, som man læser en

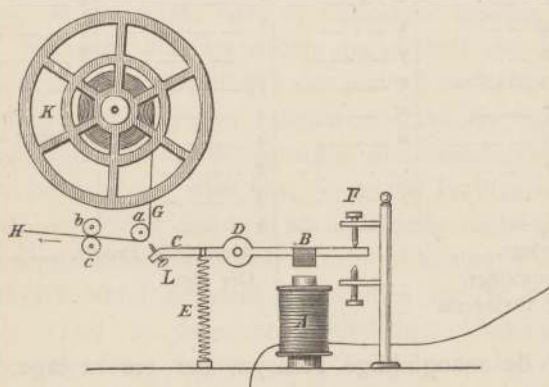


Fig. 48. Morses Telegraf.

Bog. Den første, der har lavet en Skrivetelegraf, er en Amerikaner, Morse, hvis Apparat første Gang blev anvendt i Praksis i 1844.

Hoveddelene af Apparatet ere gengivne i Fig. 48. Den elektriske Strøm ledes ned i Elektromagneten A, som nu bliver magnetisk og tiltrækker et Stykke Jern B. Dette sidder paa en Vægtstang BC, der drejer sig om en Akse ved D og holdes i en ringe Afstand fra Magneten ved Fjedren E. Paa Vægtstangens ene Ende sidder en Metal-spids L, som netop berører en Papirstrimmel, der er viklet

om en Rulle K og af et Urværk vikles af denne hen under Rullen a og imellem Rullerne b og c. Idet Strømmen kommer ind i Elektromagneten, vil denne trække Ankeret B saa stærkt til sig, at Fjedren E giver efter og Stiften L trykkes imod Papirstrimlen. Varer Strømmen kun et Øjeblik, kommer der et Mærke i Papiret som en Prik eller ganske kort Streg; holdes Stiften derimod nogen Tid trykket imod Strimlen, kommer der en længere Streg. Af disse to Signaler sammensættes da et Alfabet.

a	k	u	:	5
b	l	v	?	6
c	m	x	!	7
d	n	y	'	8
e	o	z	()	9
f	p	æ	»	0
g	q	ø	I	Brøkstreg
h	r	·	2	
i	s	·	3	
j	t	·	4	
	Statstelegr.		Almindelig Privatt.	
	Tjenestetelegr.		Giv Agt	
	Privat Ittelegram			

Af de mangfoldige Hensyn, der ere at tage, for at Morses Apparat skal virke godt, skulle et Par nævnes her. Ankeret D maa ogsaa, naar der ikke er Strøm i Ledningen, være ganske tæt ved Elektromagneten. Dertil tjener Skruen F i Forbindelse med Fjedren, der søger at trække sig sammen, men kun med saa megen Kraft, at den lige kan holde Vægtstangen i Berøring med Skruen.

Skal der fremkomme et synligt Mærke i Papiret, maa Strømmens Kraft ikke være saa ganske ringe; derfor bruges nu oftest en Indretning, hvorved Prikker og Streger erstattes af farvede Mærker; Fordelen er den samme som den, der opnaas ved at skrive med Blæk i Stedet for at skrive med en Pren.

Kommer man ind paa en Telegrafstation, hører man under Telegraferingen en egen klaprende Lyd, saa snart Skriveapparatet er i Virksomhed; disse Lyde ere uforstaaelige for dem, der ikke kende det telegrafiske Alfabet, men Telegrafisterne blive efterhaanden saa vante til dem, at de af Lyden alene kunne slutte sig til Telegrammets Indhold. Det er derfor ikke ualmindeligt at nedskrive Telegrammet efter Hørelsen.

Telegraftraaden. Det, der volder den største Bekostning ved et Telegrafanlæg, er Ledningen. Man maa altid sørge for, at Strømmen baade kan komme frem og tilbage, og skulde derfor have to Ledninger mellem to Stationer. Man kan dog spare den ene af dem ved fra hver Station at føre en Metaltraad, der ender i en Kobberplade, ned i den fugtige Jord. Strømmen gaar da fra begge Stationerne ned i Jorden, som paa den Maade gør Nytte som en Ledning, og man faar tilmed en kraftigere Strøm end den, man vilde faa ved en almindelig Ledningstraad.

Vi kunne altsaa nøjes med en enkelt Ledning. I Grunden kan ethvert Metal benyttes dertil, men der er dog stor Forskel. Lad os tage de almindeligst forekommende Metaller: Bly, Jern, Kobber, Tin, Zink, og tænke vi os to Stationer forbundne med lige tykke Telegraftraade af disse 5 Metaller, saa vil den Strøm, de give, forholde sig som de vedføjede Tal:

Bly	1
Tin	1 $\frac{1}{2}$
Jern	2
Zink	4
Kobber . .	10

Man siger derfor, at Kobber leder 5 Gange saa godt som Jern og 10 Gange saa godt som Bly. Man vilde derfor være tilbøjelig til at foretrække Kobber. Men Kobberets

høje Pris kommer her i Vejen; desuden kan Kobbertraad ikke godt taale at strækkes stærkt, Telegraftraade af Kobber vilde hænge slapt ned og kunde let gaa i Stykker. Af samme Grund kan Zink heller ikke bruges; om Bly og Tin gælder det samme, de lede desuden allerslettet. Saaledes bliver kun Jernet tilbage. Det har den nødvendige Styrke og er tillige billigt, saaledes at man kan faa Raad til at gøre Traaden tyk, i Reglen $\frac{1}{6}$ Tomme, hvorved Ledningen forbedres. Da Jernet let rustet, overtrækkes Telegraftraaden med et ganske tyndt Lag Zink; man kalder saadan Traad galvaniseret. Zink holder sig nemlig godt i Luften.

Efter at Traaden nu er valgt, maa den føres fra Station til Station paa en saadan Maade, at Elektriciteten ikke kan gaa ud af den undervejs. Paa Landjorden føres Traadene næsten altid gennem Luften, ophængte paa Telegrafpæle. Denne Fremgangsmaade har meget store Fordele. Saa længe Traaden kun rører ved Luft, kan den aldeles

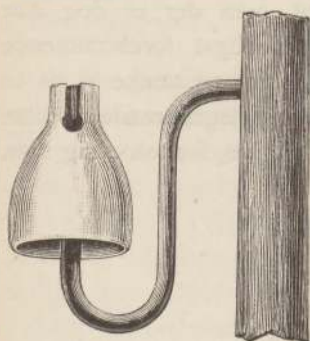


Fig. 49.

ikke miste nogen Elektricitet; anderledes hvor den understøttes. Til Pælen befæstes en Klokke af Porcelæn (Fig. 49), i hvis øverste Del der er et Skaar, hvori Telegraftraaden hviler. Porcelænet selv er en saa slet Leder, at der ingen Fare er fra den Side. Bliver den vaad, fordi det regner, vil dette heller ikke skade synderligt, da Klokkens Indre dog er tørt; derimod kan Taage

gøre den vaad baade indvendig og udvendig, og saa er det galt; en Del af Elektriciteten vil da gaa fra Telegraf-

traaden gennem den fugtige Hinde over til Jernbøjlen, der bærer Klokken, og derfra ned i Jorden.

Telegraflynaflderen. En Ulempe ved denne Anbringelse af Telegraftraadene er, at Lynet gerne vil slaa ned i dem; det kan følge dem meget langt, trænge ind paa Stationerne og gøre Ulykker der. Men selv om dette ikke sker, »telegraferer« Lynet dog gerne paa egen Haand og forstyrrer saaledes Telegrafisterne i deres Arbejde.

Man kan paa en meget simpel Maade forhindre Lynet fra at beskadige Telegrafapparaterne. Lad ABC (Fig. 50) være Telegraftraaden, som ved A kommer ind i Huset og ved C gaar ind i Telegraf-apparatet. Ved B er der en Metalspids fæstet til Traaden; tæt under denne findes en Metalplade, som ved en Kobbertraad er forbunden med en Kobberplade, der er sænket ned til Grundvandet. Slaar nu Lynet ned etsteds ude paa

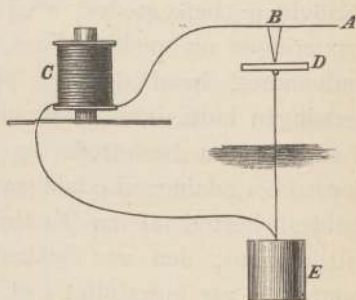


Fig. 50.

Linien, farer det langs ad Traaden, indtil det kommer ind paa Stationen. I Stedet for nu at følge Ledningen og gaa omkring Elektromagneten, springer Lynet, vel fordi det har Hastværk, som en Gnist fra Spidsen over paa Pladen D, derfra ned i Jorden. Telegrammerne gaa derimod den længere Vej rundt i Vindingerne paa Elektromagneten og derpaa til Jordpladen. Denne »Lynafleder« kan for øvrigt være indrettet paa mange Maader. I Stedet for Spids og Plade bruges ofte to Plader, adskilte ved et ganske tyndt Luftlag.

Statstelegrafen. Man havde i længere Tid benyttet den optiske Telegraf her i Landet og navnlig haft Nytte

af den under Krigen 1848—50. Efter Krigen blev der nu Tale om at indføre den elektriske Telegraf. Der trængtes navnlig til en saadan imellem Helsingør og Hamborg til Brug for Skibene, der gik igennem Øresund, og Udgifterne til Anlægget, 200,000 Daler, skulde derfor afholdes af Øresundstolden. Sagen var imidlertid dengang saa ny og Erfaringerne saa faa, at det stod tvivlsomt, hvad der var at foretrække, enten en underjordisk eller en overjordisk Ledning. Imod den sidste indvendtes, at Traadene maatte hænges meget højt op i Luften, og at de let kunde gaa itu; man gik nemlig ud fra, at de skulde være af Kobber. Endvidere befrygtedes, at Tordenvejr vilde hindre Telegraferingen og medføre Fare for Liv og Ejendom; endelig indvendtes, hvad der vel blev det afgørende, at Luftledningen hidtil ikke havde vist sig tilfredsstillende i andre Lande. Man besluttede sig da til at vælge den underjordiske Ledning. Ledningen eller Kablet, som det gerne kaldes, bestod af en Kobbertraad af Tykkelse som en Strikkepind; den var beklædt med to Lag Guttaperka, som igen var indesluttet i et Blyrør. Kablet nedgravedes i Kanten af Landevejen i en Fods Dybde og gik fra Helsingør over Kjøbenhavn til Korsør, gennem Fyen til Fredericia og derfra syd paa til Hamborg. I Store og Lille Bælt nedlagdes lignende, men stærkere Kabler. Allerede inden man var færdig med Nedlægningen, viste det sig, at der var slemme Fejl til Stede. Kablet leveredes i Længder paa 900 Alen, som man ude i den fri Luft skulde forbinde med hinanden. Først loddedes Kobbertraadene sammen, derefter sammensmeltedes Guttaperkaen ved de to sammenloddede Ender og endelig Blybeskyttelsen. Men det viste sig at være saa vanskeligt at udføre dette saaledes, at ingen Fugtighed kunde trænge ind til Kobbertraaden, at man paa mangfoldige Steder maatte grave Kablet op og reparere det.

Det lykkedes dog at bringe alt i Orden og aabne Linien den første Februar 1854. Et Par Aar efter maatte dette Kabel dog opgives og en overjordisk Telegrafledning anlægges i dets Sted. I andre Lande, navnlig i Tyskland, gjorde man for øvrigt lignende sørgelige Erfaringer.

Siden denne Tid er Telegrafnettet stadig vokset, først fornemmelig ved private Anlæg, siden, da Staten i 1871 overtog alle disse, ved det offentliges Foranstaltning. Foruden indenlandske Linier have vi nu ved undersøiske Kabler Forbindelse med Nabolandene. For Øjeblikket har Statens Telegrafnet en Længde af 640 Mil med en samlet Traadlængde af 1800 Mil. Der er altsaa i Middel 3 Telegraftraade paa hver Pæl.

For at give en Forestilling om Telegra korrespondancens Betydning hidsættes nogle Talstørrelser. I Aaret 1895 er der imellem indenrigske Stationer udvekslet 607,000 Telegrammer, Antallet af de imellem Danmark og de andre europæiske Lande udvekslede Telegrammer beløber sig til følgende:

Tyskland	232,000	Østrig	4000
England	189,000	Spanien og Portugal	4,000
Sverrig	99,000	Italien	4,000
Norge	51,000	Svejts	1,500
Rusland	47,000	Ungarn	1,200
Frankrig	17,000	Tyrkiet og Grækenl.	1,100
Nederlandene	11,000	Det øvrige Europa	500
Belgien	8,000		

Telegrafforbindelsen mellem Danmark og de forskellige Verdensdele fremgaar af følgende Tabel:

Europa	684,000	Afrika	700
Amerika	12,000	Australien	40
Asien	700		

Alle Tallene ere afrundede.

UNDERSØISKE TELEGRAFLEDNINGER.

De første Telegrafkabler. Medens Anlægget af Telegrafledninger paa Landjorden kun frembyder faa Vanskeligheder, har det kostet umaadelige Anstrengelser at føre telegrafiske Meddelelser over eller rettere under Havene; Fortællingen om de Kampe, der endelig have ført til Løsningen af denne Opgave, ere saa fulde af uforudsete Hændelser, af Skuffelser og Glæder, af store Tab og endnu større Gevinst, at den endnu efter mange Aars Forløb kan interessere paa det mest levende, og hvad maa det da ikke have været for dem, hvis Ære og Velfærd stod paa Spil derved.

Medens Telegraftraadene paa Landjorden kun behøve at ophænges i Luften, maa de i Havet omhyggeligt beskyttes imod Berøring med Vandet; dertil maa man benytte et Stof, som Elektriciteten ikke kan gaa igennem. Lak og Glas kan ikke bruges, da Ledningen maa være meget bøjelig, og man kendte intet billigt Stof, som baade var vandtæt, bøjeligt og ikke ledende. Først i 1849 fik man i Europa Prøver at se af et saadant Stof, det nu saa vel bekendte Guttaperka; det har alle de forlangte Egenskaber, det holder sig uforandret i koldt Vand, men bliver blødt ved Opvarmning og kan da smeltes omkring Telegraftraaden. Man skred nu straks til Forsøget og begyndte

da med at lægge en Ledning fra Dover til Calais, en Strækning af omtrent 4 Mil. Denne Længde er forholdsvis ringe, og man kunde vente en god Fortjeneste paa Grund af den store Trafik mellem England og Frankrig. Man lavede da en 6 Mil lang Kobbertraad, som bedækkedes med Guttaperka, saaledes at det hele blev $\frac{1}{4}$ Tomme tykt. Denne Traad vikledes om en uhyre Rulle, der anbragtes paa Dækket af et Skib; den Del, der skulde støde op til Land, omgaves med et Rør af Bly, og man lod den da løbe af Rullen ned i Havet; der var ingen Vanskelighed derved, det hele var færdigt samme Dag, man begyndte, den 28. Aug. 1850.

Men Glæden var kun kort; enkelte Telegrammer udveksledes, men endnu samme Aften hørte Ledningen op med at virke. Nogle mene, at en Fisker havde faaet fat i den og skaaret et Stykke af den, andre, at Vandet var trængt ind igennem et fejlfuldt Sted; nok er det, den kom aldrig til at gøre Gavn, det hele Arbejde og Bekostningen var spildt.

Det var let at indse, baade at Kablet var for svagt og Isolationen, dens Evne til at hindre Elektriciteten fra at gaa ud i Vandet, for ringe. Man tog fat paa ny, og ved den berømte Elektriker Wheatstones Hjælp lykkedes det næste Aar at faa et nyt Kabel færdigt. Da dette er at betragte som et Forbillede for alle senere Kabler, skal det omtales udførligere. Det bestod af 4 Kobbertraade A (Fig. 52), som hver for sig var bedækket med Guttaperka C.

Omkring og imellem dem laa Hampesnøre, B, D, det hele gennemtrængt med Tjære. Uden om vikledes først en Hampesnor E og derefter, for at give det Styrke, 10 Jern-

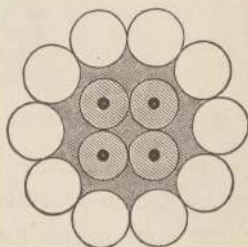


Fig. 51.

traade, saaledes at Kablet kom til at ligne de nu saa almindelige Jerntove. Det var godt en Tomme tykt. Kablet kunde nu paa Grund af sin Vægt og Stivhed ikke anbringes paa en Rulle, men lagdes ned i Lasten paa et Skib paa samme Maade, som man tilsøs vikler Tove op.

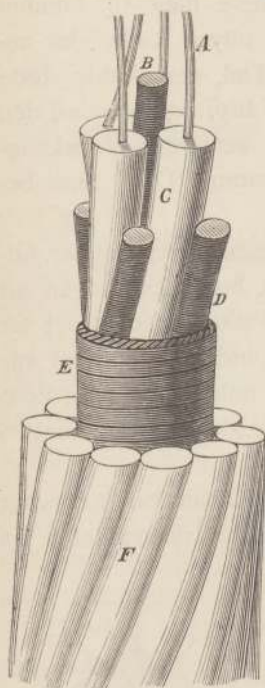


Fig. 52. Telegrafkabel.

Nedlægningen af dette Kabel gik for sig uden Vanskelighed, men da man nærmede sig den franske Kyst, opdagede man, at det ikke kunde naa til Land; der manglede en halv Fjerdingsvej. Forgæves søgte man at hive i det for at trække det i Land. Fejlen laa ikke i, at man havde regnet fejl af Vejlængden, men der løber altid mere Kabel ud, end der skal til; Havbunden er ujævn, og man maa endelig sørge for, at Kablet ikke kommer til at ride paa Højdedrag dernede, det vil da let blive slidt over. Man maatte da slippe Enden løs efter at have fastgjort en Bøje til den, og næste Dag fik man splidset en Ende til, der senere erstattedes med en bedre, og fra den Tid har Kablet kunnet benyttes.

Det var hermed godtgjort, at det er muligt at telegrafere gennem Havet, og der fremkom nu mange Projekter, som ogsaa for en Del sattes i Værk. Man lagde Kabler gennem Middelhavet, i det ostindiske Ocean og mange andre Steder; flere af dem mislykkedes fuldstændigt, saaledes viste i det sidstnævnte Hav et Kabel, der havde kostet 8 Millioner Kroner, sig fuldstændig ubrugeligt; det kunde ikke engang fiskes op, det hele var absolut for-

fejlet. Mange Anlæg fik dog et bedre Udfald, og snart begyndte man at omgaas med Tanken om at forbinde Europa og Amerika med et Telegrafkabel.

Det transatlantiske Telegrafkabel. Æren for, at dette mægtige Foretagende blev sat i Værk, tilkommer fornemmelig en Amerikaner, Cyrus Field; han begyndte at virke derfor i 1852, men først i 1856 lykkedes det ham at faa et Aktieselskab dannet med en Kapital af 6 Millioner Kroner. Den engelske Regering garanterede 4 % af Kapitalen, forudsat at det lykkedes at tilvejebringe den telegrafiske Forbindelse; de forenede Stater stillede sig mindre velvilligt, sandsynligvis fordi man der antog, at den engelske Handel vilde nyde Hovedfordelen. For at gøre Kablet bøjeligt, snoedes 5 meget fine Kobbertraade sammen; i øvrigt beskyttedes de paa sædvanlig Maade. Kablets Vægt var 5 Mill. Pund; det kostede $3\frac{1}{2}$ Mill. Kr. Den samlede Længde af de Kobber- og Jerntraade, som medgik, kunde gaa 13 Gange rundt om Jorden.

Kan et saadant Kabel nu virkelig sende Telegrammer den lange Vej af 400 Mil fra England til Amerika? dette Spørgsmaal havde naturligvis været ivrigt debatteret; skønt flere sagkyndige ansaa det for en Umulighed, viste Forsøgene dog, at der ingen særlig Vanskelighed var derved; en ganske anden Vanskelighed var der at overvinde, og den laa i Atlanterhavets store Dybde. Naar undtages i Nærheden af Kysterne, er dets Dybde over en Fjerdingvej og paa store Strækninger over en halv Mil. Er det nu muligt at lade et Kabel gaa ned, uden at dets egen Vægt vil rive det itu? Hver Mil af Tovet vejede 10,000 Pd. i Luften, 7,000 Pd. i Vandet; det viste sig, at dets Styrke var tilstrækkelig til, at det kunde bære en Mil af sin egen Længde i Vandet; men da det maatte kunne

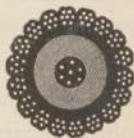


Fig. 53.

bære noget som $1\frac{1}{2}$ Mil af sin Længde, ser man, at det let kunde gaa itu under uheldige Omstændigheder. Dette blev ogsaa det Kables Skæbne, hvorom vi her tale. Under Udlægningen, den 12. Aug. 1857, da man var kommet omtrent 100 Mil fra Irlands Kyster, løb Kablet saa rask ud i Havet, at man mente at maatte stoppe det i Farten for ikke at miste for meget af det; men da Skibet i det samme under Indvirkning af Bølgeslaget hævede Bagstavnen i Vejret, sprang Kablet, og da det resterende ikke var tilstrækkeligt til at naa Amerika, maatte Forsøget opgives, saa meget mere som man ikke saa sig i Stand til at faa det nedsænkede fisket op fra den uhyre Dybde.

Næste Aar tog man fat igen; Kablet deltes i to Dele, som indladedes hver i sit Skib; de to Skibe forlode hinanden midt i Atlanterhavet, og hvert gik til sin Side; tre Gange gik Kablet itu, men Skibene samledes hver Gang igen og knyttede Enderne sammen, og til sidst lykkedes det dem at komme i Land, hvert i sin Verdensdel, uden at den telegrafiske Forbindelse gennem Kablet var afbrudt. Den 18. August 1858 afsendte Cyrus Field det første Telegram fra Amerika til Europa; det lød saaledes: »Europa og Amerika ere telegrafisk forbundne. Ære være Gud i det højeste, Fred paa Jorden og i Mennesker en Velbehagelighed.« Dronningen af England og Præsidenten i de forenede Stater udvekslede Telegrammer, og Glæden var stor hos alle interesserede.

Men den skulde ikke vare længe. Allerede de første Dage, Kablet var i Brug, var Forbindelsen vanskelig, og den ophørte snart; 3 Uger efter var Kablet ubrugeligt. Da man et Par Aar senere fiskede Dele af det op, var Jernbeklædningen rustet væk og det indre stærkt beskadiget paa flere Steder, medens andre Dele slet ikke havde været i Berøring med Havbunden; de have da ved deres Vægt

bidraget til at ødelægge det paa de Steder, hvor det var understøttet.

Trods det uheldige Udfald af disse Forsøg var der dog endnu ikke Tale om at opgive Foretagendet. Det maatte nu betragtes som sikkert, at det kun gjaldt om at gøre Kablet stærkere og beskytte det bedre; at et heldigt Resultat var opnaaeligt, vare alle overbeviste om. Idet man sikrede sig de mest fremragende Elektrikers Bistand og sørgede for, at Kablet stadig prøvedes under Fabrikationen, haabede man at overvinde Vanskelighederne. Det ny Kabel kom til at koste $12\frac{1}{2}$ Millioner Kroner, og der lovedes tilmed Fabrikanten en stor Præmie, hvis alt gik godt; det blev færdigt i 8 Maaneder.

Man lejede til Udlægningen Kæmpeskibet Great Eastern, det eneste Skib i Verden, som kunde optage saa stor en Ladning. Dette sejlede ud med en Besætning af 500 Mand, og man begyndte Udlægningen d. 21. Juli 1865. Men denne Rejse skulde ved de særegne Omstændigheder, der fulgte den, blive den mest pinlige af alle. Medens alt gik jævnt og godt i Førstningen, opdagede man pludselig den 23. Juli, at Kablet var utjenstdygtigt, og det blev nødvendigt at fiske det udlagte op igen for at finde Fejlen. Dette meget besværlige Arbejde lykkedes da ogsaa, og man opdagede, at der var stukket et spidst Stykke Jern tværs igennem Kablet. Det beskadigede Stykke blev skaaret ud, og man fortsatte Udlægningen. Nu gik det atter godt i nogle Dage, indtil den 29. Juli, da det samme gentog sig, og Fejlen viste sig at være ganske den samme som første Gang. Det er let at forstaa, at der opstod en uhyre Frygt og Forbitrelse over denne Opdagelse. Det var umuligt andet, end at der maatte være Folk om Bord, som søgte at ødelægge Kablet; hvad deres Hensigt kunde være, var det umuligt at gætte, og derfor kunde man heller ikke have nogen Formodning om, hvem det var.

Hvert Øjeblik maatte man gaa i Ængstelse for, at det skulde gentage sig. Og det gentog sig virkelig. Da de to Trediedele af Vejen til Amerika vare tilbagelagte, viste Kablet sig for tredie Gang utjenstdygtigt, og da man vilde fiske det op fra den uhyre Dybde, sprang det 30 Fod fra Skibet, Enden sank til Bunds, og den skulde faa Lov til at ligge længe. Vel var man ogsaa forberedt paa saadant, og det lykkedes virkelig at faa fat i Kablet igen ved at slæbe Ankere hen ad Havbunden, men dette Arbejde var yderst besværligt og langvarigt. Ankeret brugte 2 Timer til at naa Havets Bund; havde man saa faaet fat i Kablet, tog det endnu langt længere Tid at hale det ind. Og nu viste det sig, at de Kæder, man havde til dette Brug, vare altfor svage. Fire Gange havde man fat i Kablet, men hver Gang sprang et Led i Kæden, inden man fik Kablet op. Snart var al disponibel Kæde opbrugt, og det blev nødvendigt at opgive Arbejdet; en Bøje lagdes ud for at mærke Stedet, og dermed var denne ulykkelige Ekspedition afsluttet.

Endnu et nyt Telegrafkabel blev forfærdiget; det udlagdes i 1866, ligeledes af Great Eastern, og Resultatet var endelig den Gang i alle Henseender tilfredsstillende. For at undgaa Forbrydelser, som antoges at have fundet Sted forrige Gang, fik Arbejderne Bluser paa, der knappedes i Ryggen og ikke havde Lommer. De underskrev tillige en Erklæring om, at enhver, der grebes i en Forbrydelse, skulde øjeblikkelig kastes i Havet. Kun en eneste Gang havde man Uheld, idet Kablet kom i Uorden og dannede en forfærdelig Knude; den blev dog løst i det sidste Øjeblik. Man skred dernæst til at fiske det forrige Kabel op, som laa midt i Atlanterhavet i en halv Mils Dybde. Mange Uheld fulgte atter her Arbejdet; femten Gange i alt havde man fat i det, tilsidst gik det dog godt; det

blev nu kompletteret og atter udlagt og er endnu i arbejdsdygtig Stand.

Ved Kablernes Hjælp er det nu muligt at sende Telegrammer Tusinder af Mile i faa Minutter. Ved en Fest, som i Foraaret gaves i Glasgow for en af Hovedmændene ved de ovenfor nævnte Arbejder, Lord Kelvin, sendtes et Telegram fra Glasgow over New-York til San Francisco og derfra ad andre Linier tilbage til Glasgow i $7\frac{1}{2}$ Minut, og denne Vej længde var netop lig Jordens Omkreds.

Det store nordiske Telegrafselskab. Da der i flere Aar syntes at være ringe Udsigt til at faa en undersøisk Telegrafforbindelse tilvejebragt mellem Europa og Amerika, fremkom der forskellige andre Planer, hvorved det samme kunde opnaas. Dels var der en Mulighed for at dele Afstanden i mindre Dele ved at benytte Færøerne, Island og Grønland som Mellemstationer, dels kunde man vælge den modsatte, men meget længere Vej ved at anlægge en Telegrafledning gennem Sibirien, lægge et Kabel i Beringsstrædet og derfra gennem Alaska og de engelske Besiddelser naa til Fristaterne. Den russiske Regering paatog sig da ogsaa at anlægge en Linie gennem Sibirien; men da det i 1866 lykkedes at faa den direkte Forbindelse mellem Irland og Amerika bragt i Stand, var der ikke mere Brug for den sibiriske Linie. Da fattede C. F. Tietgen den Plan at forbinde Sibiriens Østkyst med de vigtigste Havne i Kina og Japan og derved tilvejebringe direkte Forbindelse mellem disse og Vesteuropa. Efter at have sluttet en Overenskomst med den russiske Regering, hvorved han fik Ret til at benytte den sibiriske Linie, dannede han i 1869 et Aktieselskab med en Kapital af 10 Millioner Kroner. Men det var ikke nok at have Pengene, mange og store Hindringer maatte overvindes; navnlig havde man ingen Sikkerhed for, at Kina og Japan vilde tillade, at Kablerne førtes i Land der. Der hørte uægtelig et ualminde-

ligt Mod til under disse Omstændigheder at bestille de kostbare Kabler og sende dem til de østasiatiske Farvande. Da det viste sig, at der ikke var Haab om at erholde den kinesiske Regerings Tilladelse til at bygge Telegrafstationer i Kina, besluttede man sig til at føre Kablerne i Land i Nattens Mørke. Denne Plan lykkedes, og snart lærte den kinesiske Handelsstand at vurdere Telegrafens Nytte, ligesom selve den kinesiske Regering siden har gjort flittig Brug af den.

Det store nordiske Telegrafselskab, som i 1894 fejrede sit 25 Aars Jubilæum, ejer nu foruden en Del Kabler, der forbinde Danmark med England, Frankrig og Rusland, en Mængde Linier i de østasiatiske Farvande, der forbinde Wladivostok i Sibirien med Nagasaki i Japan og med Shanghai, Hongkong og andre vigtige Handelspladser i Kina.

Telegrafkablerne ødelægges dels ved Havvandets Indvirkning, dels ved Vold; navnlig naar et Skib ankrer i Nærheden af et Kabel, faar Ankeret let fat i det og river det over; ligeledes naar der fiskes med Trawl, kan det samme ske. For hurtigst muligt at kunne reparere Kablerne, har Selskabet to Dampskibe, det ene til Brug i vore Farvande, medens det andet har Station i Kina. Selskabet har endvidere et stort Værksted i Kjøbenhavn, som ikke alene forsyner det med de nødvendige Telegrafapparater, men ogsaa i stor Udstrækning leverer saadanne til Rusland, Kina og Japan.

Det store nordiske Telegrafselskab har endvidere Æren af at have bygget de første Landlinier i Kina, og dette har ført til, at det hidtil udelukkende er Danske, der have været Kinesernes Ledere og Hjælpere ved disse Anlæg.

DYNAMOMASKINER.

Skønt Naturvidenskaben dyrkes i alle civiliserede Lande, er det dog kendeligt, at enkelte Folkeslag have vist en særegen Begavelse i denne Retning. Navnlig er dette Tilfældet med Englænderne. Dermed staar det vistnok i Forbindelse, at de, tidligere end andre Folk, have forstaaet at benytte Naturkræfterne i Menneskets Tjeneste og drage Fordel af de mineralske Rigdomme, som findes i Jorden. Enhver ved, at Dampmaskinen først er bragt til Fuldkommenhed af dem, og at de have forstaaet at bruge den saavel til Jernbaner og Dampskibe som til almindelig Fabriksdrift. Den er det for en stor Del, England skylder sin Rigdom og Magt; ved den har Englands Indflydelse udbredt sig over hele Jorden. Medens i andre Lande Befolkningen i Hovedsagen bor paa Landet, er det modsatte Tilfældet i England, fordi Fabriksdrift bedst foregaar i Byerne; men Landet kan saa heller ikke frembringe tilstrækkeligt af Levnedsmidler for den store Bybefolkning. Fra alle Lande modtager det Tilførsel af Fødevarer, men derved kan England dog finde sin Fordel, saa længe det staar over alle andre i Fabriksdrift.

Blandt de mange store Naturforskere, England har frembragt, er der to, som rage op over alle de andre, og som nævnes med Beundring overalt. Disse to ere Newton og Faraday.

Newton var udgaaet fra en velstillet Familie, modtog en omhyggelig Uddannelse, navnlig i matematisk Retning; i mange Aar levede han i klosterlignende Forhold ved Trinity-Kollegiet i Cambridge, fordybet i Granskning og Eksperimenteren. Han har lært os Lovene, som beherske Himmellegemernes Løb, han har lært os meget om Lysets Natur, og alt har han fremstillet med en Grundighed og Klarhed, der er og sikkert altid vil blive Forbilledet for videnskabelig Fremstilling. I sine ældre Aar indtog han den højeste Stilling, der passede for ham, idet han blev Møntmester i London. Agtet og æret som ingen anden døde han, 85 Aar gammel, 1727.

Hans Ligemand i Begavelse men vidt forskellig i Kaar er Michael Faraday. Han var Søn af en Grovsmed; sine Kundskaber maatte han erhverve sig ved at læse i Bøger, som han indbandt i sin Læretid som Bogbinder. Især fængslede Bøger om Kemi ham, og han fandt Lejlighed til at høre nogle offentlige Forelæsninger over denne Videnskab. Det lykkedes ham at faa noget at bestille i et kemisk Laboratorium, og her skaffede han sig praktisk Kendskab til Kemi og Fysik. Hans mangelfulde Fordannelse og navnlig hans fuldstændige Ubekendtskab med Matematik, hvilken Videnskab han hele sit Liv forblev fremmed for, hindrede ham i at lære synderligt af Bøgerne. Hans ualmindelige Begavelse og en forunderlig Evne til ligesom at gætte Naturens Hemmeligheder hjalp ham over alle Vanskeligheder; 33 Aar gammel blev han Professor i Kemi ved et Institut i London, som var stiftet af en Amerikaner ved Navn Rumford; dets Formaal skulde være at gøre Videnskabernes Resultater anvendelige i det daglige

Liv. I denne Stilling forblev Faraday næsten lige til sin Død 1867.

Faraday er især bleven berømt ved de mange ny Egenskaber, han har opdaget ved Magneten og den elektriske Strøm; allervigtigst er hans Opdagelse af Induktionen, d. v. s. Frembringelse af Elektricitet ved Magnetisme. Naar der for en Menneskealder siden var Brug for Elektricitet, maatte man tage sin Tilflugt til galvaniske Elementer, men disse vare saa kostbare at anskaffe og bruge, at det kun sjældent kunde betale sig. Men saa lærte man at drage Nytte af Faradays Opdagelse, som gaar ud paa at frembringe elektrisk Strøm ved Bevægelse af Magneter; derved er Elektriciteten bleven saa billig, at den kan finde Anvendelse overalt, hvor man har Brug for større Mængder, og jo mere man vil have, desto billigere bliver den forholdsvis.

Skønt Faraday meget vel var sig bevidst, at hans Opdagelser kunde faa stor Betydning i det praktiske Liv, gjorde han dog intet som helst Forsøg paa at drage Fordel af dem i denne Retning. Han indsaa, at dette vilde drage ham bort fra det Omraade, som nærmest var det, hans Evner anviste ham, og han har vel ogsaa fundet større Tilfredsstillelse ved at følge sin egen Vej. Han lod sig derfor ikke friste af Udsigten til Rigdom og til den større Opmærksomhed, som heldige Opfindere let tildrage sig fra Publikums Side. Derfor er Faraday ogsaa kun ret vurderet af dem, hvis Interesse gaar i videnskabelig Retning.

Idet vi saaledes betegne Faraday som den store Opdager paa Fysikkens Omraade og sætte ham højt som saadan, skal dermed ikke siges eller engang antydes, at Opfinderen ligesom staar paa et lavere Trin. De store Opfindere have paa mange Omraader gavnet Menneskeslægten overordentlig, og den Ære og Vinding, dette indbringer dem, fortjene de saa godt som nogen. Og skønt

Opfinderen kan siges væsentlig at bygge paa Opdagerens Arbejde, er hans Lod dog i Virkeligheden den strengere og tungere, idet han ikke blot maa afpasse sit Værk efter de vanskelig overskuelige sociale Forhold, for at det skal vinde Indgang, men tillige maa kæmpe en ofte haard og bitter Kamp mod mangehaande Fordomme og Egennytte, og er han endelig trængt igennem dermed, vil der altid findes Folk, som ere samvittighedsløse nok til at

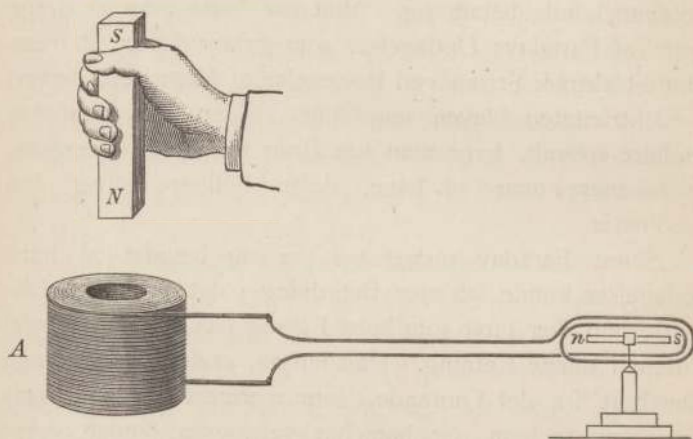


Fig. 54.

bestræbe sig for, og kun altfor ofte med Held, at berøve ham baade Æren og Fordelen.

Induktionen. Vi skulle nu se, hvorledes man maa bære sig ad for at frembringe en elektrisk Strøm ved Magnetens Hjælp. Dertil udkræves for det første, at man skaffer sig en Rulle, *A*, af omspundet Kobbertraad (Fig. 54); den maa helst have et stort Antal Vindinger. I nogen Afstand derfra opstilles en Magnetnaal *ms*, uden om hvilken der ligger en Del Vindinger af Kobbertraad; i Stedet derfor skal man dog hellere bruge det finere Instrument,

Galvanometret, som vi have hørt om i Stykket om Elektromagneterne. Man tager nu en stærk Staalmagnet SN i Haanden og bringer den hurtigt ind i Rullen. Magnetnaalen gør da et Udslag, hvilket viser, at der er opstaaet en elektrisk Strøm i Rullen. Set fra oven gaar denne Strøm rundt i Rullen i den Retning, i hvilken man skriver et O. Saa snart Magneten holdes stille, forsvinder Strømmen, men den kommer igen, naar Magneten tages op af Rullen; dog gaar denne ny Strøm i modsat Retning af den første. Dette kan nu gentages, saa tidt det skal være.

Der gives næppe noget mærkeligere eller vigtigere Forsøg i Fysikken end dette. Mærkeligt er det, at vi kunne faa Elektricitet paa saa nem en Maade. Vi røre ikke engang ved Traaden, som Strømmen opstaar i, ja man kunde synes, at vi fik Strømmen for intet. Dette er dog des værre ikke sandt. Idet der kommer en Strøm i Traadrullen AB, bliver den til en Magnet med Nordpol opad; den vil støde Magneten NS fra sig og hindrer altsaa Bevægelsen, saa der skal dog nogen Kraft til at frembringe Strøm. Naar Magneten hæves igen, da gaar Strømmen i Rullen den modsatte Vej. Rullen er derfor en Magnet med Sydpol opad; den vil altsaa trække NS til sig, og denne Kraft skal overvindes, idet Magneten løftes.

At Forsøget er vigtigt, forstaas let, da det giver os Middel i Hænde til at frembringe elektrisk Strøm ved Bevægelse alene, og da vi ved Dampmaskinen have en let Adgang til at frembringe denne, ligger den praktiske Anvendelse lige for. Men vil man have stærke elektriske Strømme, maa Bevægkraften staa i Forhold dertil.

Den her beskrevne Fremgangsmaade til Elektricitetsfrembringelse kaldes Induktion, og de frembragte Strømme kaldes Induktionsstrømme eller inducerede Strømme. De

have i alle Henseender de samme Egenskaber og Virkninger som de Strømme, galvaniske Elementer give.

For at faa inducerede Strømme, kommer det kun an paa at faa Magnetisme ind i Rullen eller ud af den; paa

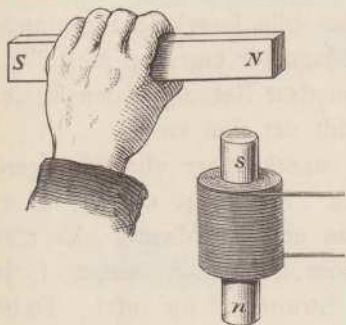


Fig. 55.

hvilken Maade det sker, er for Resten ligegyldigt. Har man f. Eks. en Jernstang sn (Fig. 55), om hvilken der er viklet en Rulle af overspunden Kobbertraad, og nærmer man Nordenden N af en Magnet til Jernet, bliver det magnetisk, og straks opstaar der en elektromotorisk Kraft i Rullen; ere dennes Ender forbundne, gaar der en Strøm gennem Traaden.

Lad AB (Fig. 56) være en Jernstang, paa hvilken der sidder to Ruller C og D. Vi kunne gøre denne Jernstang magnetisk ved at sende en elektrisk Strøm fra et galvanisk Batteri gennem Rul-

len C; derved bliver Jernet magnetiseret, og der vil da induceres Strøm i D. Den sidste Strøms Retning vil være modsat den førstes, den inducerende Strøms, Ret-

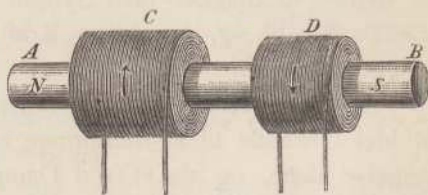


Fig. 56.

ning. Afbrydes Forbindelsen mellem Elementet og Rullen C, hvorved Strømmen, og dermed Magnetismen, forsvinder, kommer der igen en Strøm i D; den gaar nu i samme Retning som Batteristømmen.

Naar man som her bruger en elektrisk Strøm til at fremkalde en anden, kaldes den første Hovedstrømmen, den anden Bistømmen; Rullen C er da Hoved-, D Bilederen. Man kalder ogsaa den første Strøm den inducerende, den anden den inducerede.

Dynamomaskiner. Faraday har opdaget, at der kommer elektrisk Strøm i en Traadrulle, naar man paa en eller anden Maade bringer Magnetisme ind i Rullen eller ud af den. Man kan f. Eks. gøre dette paa den Maade, som vises i Fig. 57. Her er C Rullen, som er viklet om en Jernstang AB; NS er en almindelig Magnet. Saa snart den kommer saa nær til Jernstangen, at denne bliver magnetisk, opstaar der en Strøm i Rullen, som dog kun kan blive til noget, naar Traadens Ender ere forbundne.

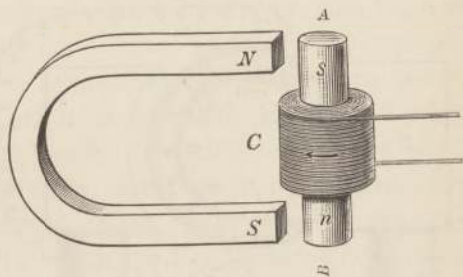


Fig. 57.

Fjernes Magneten igen fra Jernet, kommer der atter en Strøm, men i modsat Retning. I Stedet for at bevæge Magneten kan man ogsaa bevæge Rullen med Jernstangen; det har ganske samme Virkning. Den bedste Virkning faas ved pludselig at forandre Magnetismen i Jernkernen til den modsatte. Dette kan ske enten ved at dreje Magneten om, saa at Nordpolen kommer paa Sydpolens Plads og omvendt, eller ogsaa ved at vende Rullen. Denne Fremgangsmaade benyttes derfor i Praxis, som vi straks skulle se.

For at faa stærke Strømme maa Magneten gøres stærk og Traaden indeholde mange Vindinger, helst af tyk Kobbertraad. Gør man det, vil man ogsaa mærke,

at det ikke er saa ganske let at frembringe Strøm; det koster Arbejde, og dette Arbejde vokser med Strømmen. I de store elektriske Stationer maa der Dampmaskiner med Tusinder Hestes Kraft til at udføre disse Bevægelser.

Som man ser af Fig. 57, maa enhver magnetoelektrisk Maskine i Hovedsagen bestaa af 3 Dele, nemlig Traadrullen C, Jernkærnen AB og Magneten NS. Jernkærnen plejer man at kalde Ankeret; Magneten benævnes oftest Feltmagneten. Maskinerne kunne i øvrigt laves paa mangfoldige Maader. Den almindeligste er Grammes Maskine,

som derfor skal beskrives her.

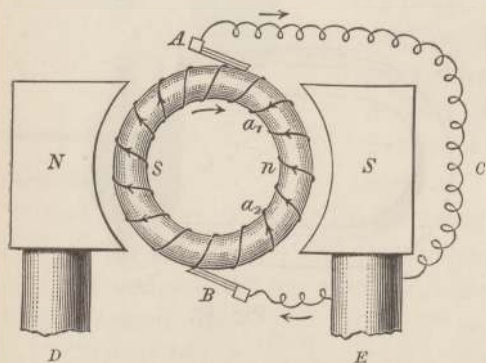


Fig. 58. Grammes Maskine.

I Fig. 58 ses midt i Figuren Ankeret, som er en Jernring, oftest dannet af Jernplader. Om den er Rullen viklet i en Spiral saaledes, at Traaden gaar tilbage i sig selv; der er altsaa ingen Ender

paa den. N og S ere Feltmagnetens Poler. A og B ere to Kobberfjedre, som man kalder Koste, lavede af sammenbundne Kobberstrimler, der glide paa Vindingerne; disse ere derfor ikke overspundne, men adskilles ved slette Ledere, Glimmer eller Asbest, fra hinanden og fra Ankeret.

Drejes Ringen rundt i den Retning, som Pilen viser, vil der opstaa Strøm i Rullen; den vil gaa ud ved A, gaa gennem en Ledning C hen til B. Der deler den sig i to, af hvilke den ene gennemløber Ringens venstre, den anden Ringens højre Side.

For at se, hvorfor der kommer en Strøm, lægge vi Mærke til følgende: Ringen har en Sydpol ved s, en Nordpol ved n; ogsaa mens Ringen drejer sig, blive disse Poler liggende. En enkelt Vinding a gaar nu under Bevægelsen fra en Stilling a_1 til en Stilling a_2 . I a_1 har det Jern, som den omslutter, en Sydpol ovenfor den, Nordpol nedenfor; i a_2 er det modsatte Tilfældet. Idet a gaar fra a_1 til a_2 , har Magnetismen under den altsaa skiftet Retning, men det er netop under saadanne Forhold, at der induceres elektriske Strømme. Paa lignende Maade gaar det paa den anden Side. De inducerede Strømmes Retning findes ved Sammenligning med Fig. 57; de ere antydede ved tilføjede Pilespidser, alle Strømmene søge, som Figuren viser, opad, de ville derfor gaa ud af Rullen ved A, gennemløbe Ledningen og gaa ind igen i Maskinen ved B.

Det er før nævnt, at et galvanisk Elements Styrke, eller, som man gerne siger, dets elektromotoriske Kraft maales i Volt. En Maskine som den her beskrevne har ogsaa en elektromotorisk Kraft, men medens det galvaniske Elements elektromotoriske Kraft holder sig temmelig uforandret, er det anderledes med Grammes Maskine; dens elektromotoriske Kraft retter sig efter Omdrejningshastigheden og vokser samtidig med den. Desuden vokser den med Antallet af Vindinger og med Magnetens Styrke. I Stedet for det omstændelige Udtryk »elektromotorisk Kraft« bruges ofte det kortere »Spænding«. Nogle Maskiner give Strømme med lav, andre med høj Spænding; Forskellen er den samme som mellem Strømmen fra et enkelt galvanisk Element og fra et Batteri af Elementer. Saaledes siger man, at Strømmen, som leveres fra Kjøbenhavns elektriske Station, har en Spænding af 110 Volt; det er den samme Spænding som den, et Batteri af 58 Bunsenske Elementer vilde give.

I den Beskrivelse, vi her have givet af Grammes Maskine, er det forudsat, at Feltmagneten NS er en almindelig Staalmagnet. I Praksis bruges Staalmagneten dog sjælden. Det almindelige er at bruge en Elektromagnet i Stedet; Fordelen derved er, at den kan blive langt kraftigere end en Staalmagnet. Elektromagneten kræver rigtignok en elektrisk Strøm, men den tager man fra Maskinen selv. Se vi hen til Fig. 58, kunne vi tænke os, at Strømmen gaar ud fra Kosten A, derefter rundt om Elektromagnetens Ben D og E og derfra tilbage til Kosten B. Man kan ogsaa dele Strømmen, som kommer fra A, i to Grene, af hvilke den ene Gren gaar gennem Elektromagnetens Vindinger. En Grammes-Maskine, der magnetiserer sig selv, kaldes en Dynamo.

Den elektriske Station. I Løbet af indeværende Aarhundrede har Elektriciteten stadig faaet større og større Anvendelse. Først og fornemmelig til Telegrafi, dernæst til Galvanoplastik, til Belysning af Fyrtaarne og ved enkelte andre Lejligheder. Disse Anvendelser vare dog indskrænkede til et mindre Omraade, og om nogen almindelig Anvendelse i Husholdning eller til Fabrikdrift var der ikke Tale. Omsvinget i denne Henseende skyldes den berømte Amerikaner Edison. Fra de forenede Stater have vi i det hele modtaget mange praktiske og geniale Opfindelser lige fra Franklins Tid af. Af de mere bekendte kunne vi nævne Symaskinen og Telefonen. Tilfældige Omstændigheder henledte Edisons Opmærksomhed paa Muligheden af at erstatte Gasbelysning med elektrisk Lys, og efter store Anstrengelser lykkedes det ham at konstruere en god elektrisk Lysgiver, den saakaldte Glødelampe. Det maa dog bemærkes, at han ikke var ene derom. Det gjaldt nu om at faa denne indført i Praksis, og dertil krævedes Oprettelsen af, hvad vi kalde en elektrisk Station. Paa denne frembringes den elektriske Strøm ved Hjælp

af Dynamomaskiner, som i Reglen drives ved Damp, undertiden ved Gasmaskiner eller ved Vandkraft. Fra dem føres Strømmen ud i Byen gennem svære isolerede Kobberledere, som beskyttes af en vandtæt Blykappe forsynet med Jernbaandsarmering. Kablerne lægges som Regel frit i Jorden. Sideledninger føres ind i Husene, og disse kunne nu belyses elektrisk, ligesom man kan benytte Strømmen til andre Formaal. Enhver Forbruger maa tillige have en Elektricitetsmaaler, der viser, hvor megen Strøm han har faaet, og altsaa, hvad han har at betale derfor.

Med Resultatet af disse Arbejder blev man gjort bekendt ved den elektriske Udstilling i Paris i 1881. Foruden Edisons Apparater fandtes der blandt meget andet en righoldig Udstilling fra Siemens & Halske i Berlin. Dette Firma har stadig udviklet sig videre og udfolder en forbavsende stor Virksomhed paa dette Omraade. Af det ere de elektriske Maskiner paa Kjøbenhavns elektriske Station udførte.

For at give en Forestilling om Størrelsen af denne Station skulle vi her anføre nogle Tal. Til Frembringelse af Bevægkraft tjene 4 Dampmaskiner, en paa 1200, to paa 550 og en paa 530 Hestes Kraft. Den første driver en meget stærk Dynamomaskine, som giver en Strøm, hvis Styrke er 6000 Ampère med en Spænding af indtil 260 Volt. Den kan ernære 6000 elektriske Glødelamper. De mindre Dampmaskiner drive hver to Dynamomaskiner.

Paa Stationen findes endvidere et imponerende Akkumulator-Batteri, bestaaende af 136 Akkumulatorer, af hvilke hver enkelt vejer 5200 Pund. Naar det er ladet, kan det levere en Strøm af 1900 Ampère med Spænding af 250 Volt i 3 Timer; derved kan man holde 7600 Lamper tændte i 3 Timer.

Elektromotorer. Overalt, hvor der findes elektriske Stationer, har man en let og billig Adgang til elektrisk Strøm; det gælder da om at benytte denne Strøm paa bedste Maade. Den vigtigste Anvendelse, der nutildags gøres af den, er til Belysning, men efterhaanden vinder Strømmen ogsaa Indgang paa andre Maader. Her skulle vi betragte dens Anvendelse som Bevægkraft. Man benytter sig dertil af Strømmens Evne til at magnetisere Jern. Saadanne Maskiner kaldes elektriske Motorer.

Man behøver ikke at konstruere ny Maskiner dertil; enhver Grammes Maskine kan benyttes. Vi lade Strømmen

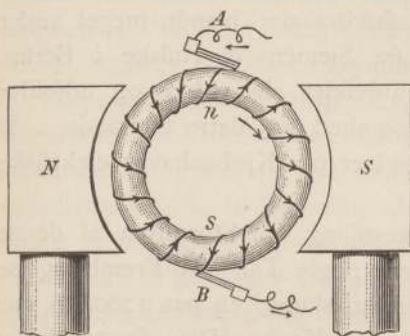


Fig. 59. En elektrisk Motor.

træde ind i Maskinen ved A (Fig. 59), ud ved B. Den deler sig da i to Strømme, af hvilke den ene gaar gennem Ringens højre, den anden gennem dens venstre Side. Ringen bliver derved magnetisk; den faar en Nordpol n foroven, en Sydpol s forneden.

Nordpolen n vil tiltrækkes af Feltmagnetens Sydpol S og frastødes af dens Nordpol N, den øverste Del af Ringen vil derfor søge at bevæge sig til højre; paa samme Maade ses, at Ringens nederste Del vil bevæge sig til venstre, Ringen vil altsaa dreje sig rundt i Pilens Retning. Idet Ringen nu er fæstet til en Akse (som ikke er tegnet i Figuren), vil denne Akse ogsaa dreje sig, og vi have saaledes faaet den elektriske Strøm anvendt som Bevægkraft. Hvor stort Arbejde Motoren kan gøre, afhænger af dens Størrelse, men der er ingen Grænse derfor; man

kan bygge Maskiner, der kan udføre samme Arbejde som hundrede, ja som tusinde Heste.

Den Anvendelse af disse Motorer, som har vakt størst Interesse, er som Drivkraft for Sporvogne. I Vognen findes en elektrisk Motor, som ved Tandhjul er forbunden med Hjulaksen; saa snart Motoren faar Strøm, vil Aksen og dermed Hjulet gaa rundt. Afbrydes Strømmen, standser Vognen hurtigt. Ved Kørsel paa Gaderne gælder det ofte om at standse pludseligt for at afværge Ulykkestilfælde; man kan da lade Strømmen skifte om, hvorved hele Kraften virker til at bevæge Vognen baglængs og saaledes stopper Bevægelsen hurtigere.

Ved denne og lignende Anvendelse af disse Motorer drager man Fordel af en Egenskab ved dem, som de til Dels have tilfælles med Hestene. Strømmen driver desto kraftigere paa Vognen, jo langsommere Vognen gaar; kommer Vognen i stærk Fart, f. Eks. ved at løbe ned ad en Bakke, virker Strømmen svagere, og bliver Farten stor nok, bremser Maskinen sig selv; dette gør Anvendelsen af denne Bevægkraft lettere og sikrere.

Brugen af elektrisk Strøm til Kørsel vanskeliggøres ved, at man under Farten skal føre Strømmen til og fra Vognen. De fleste Steder sker dette ved, at der langs ad Gaderne er ophængt et Kobbertov. Fra Vognen rager en Stang op, som foroven bærer en Rulle, der løber paa Tovet. Fra den elektriske Station føres Strømmen ind i Tovet; derfra gaar den gennem Rullen og Stangen ned i Vognen, og efter at have sat Motoren i Bevægelse gaar Strømmen ned i Skinnerne og tilbage til Stationen.

Denne Driftsmaade er vistnok den billigste; den udkræver imidlertid det omtalte Kobbertov, som baade er kostbart og ikke ser godt ud i Gaderne. Endvidere maa Skinnerne være metallisk forbundne, for at Strømmen kan gaa i dem. Derved kan man dog ikke forhindre, at en

Del af Strømmen gaar ned i Jorden, og det viser sig, at den har en skadelig Virkning paa Vand- og Gasledningerne.

Man kan ogsaa bruge en anden Fremgangsmaade. I Bunden af Vognen stilles et Batteri af Akkumulatorer, som lades ved den ene Endestation, inden Kørselen begynder; naar Vognen kommer tilbage igen, lades paa ny, og saaledes videre. Akkumulatorbatteriet holder da Motoren gaaende. Ved Nørrebros Sporvej indeholder enhver af Vognene et Batteri paa 160 Kar, hvert med 3 Blyplader, 1 positiv og 2 negative. De kunne lades i 5—10 Minutter og ere da i Stand til at drive Vognen, indtil den kommer tilbage, igennem en Vej af henimod en Mil.

Vekselstrømsmaskiner. Medens man i Danmark og paa de fleste Steder paa Fastlandet anvender elektriske Strømme, der hele Tiden gaa i samme Retning og beholde samme Styrke og derfor kaldes Jævnstrømme, gør man i England og Amerika almindelig Brug af en anden Slags Strømme, der kaldes Vekselstrømme. Disse skifte stadig Retning og Størrelse, men altid i samme Takt; først gaar der en Strøm i en Retning, den tager hurtig af, skifter derpaa Retning, vokser og aftager igen, og saaledes videre. Vekselstrømme egne sig godt til Belysning og til Frembringelse af Drivkraft; derimod kan man ikke frembringe kemiske Virkninger med dem. Der er ogsaa en anden væsentlig Ulempe ved dem, idet de ere meget farlige; kommer et Menneske til at røre ved Ledningerne, vil han sandsynligvis blive dræbt. Naar saadanne Strømme alligevel benyttes saa meget, ligger det i forskellige Forhold. Maskinerne, som frembringe dem, ere af en simplere Bygning end Jævnstrømsmaskinerne; de blive altsaa billigere og kræve mindre Tilsyn. Endvidere kan man nøjes med tyndere Ledninger til dem. Det kan ved Jævnstrømsanlæg være nødvendigt at bruge Kobberledninger af en Arms Tykkelse, men da Kobberet er forholdsvis dyrt, giver dette Anled-

ning til stor Bekostning. Af den Grund bliver det uøkonomisk at føre Jævnstrømme langt bort; dette er f. Eks. en af Grundene til, at der nu anlægges en ny elektrisk Station paa Vesterbro, skønt der allerede er en inde i Kjøbenhavn.

Den sidstnævnte Omstændighed faar især Betydning, naar man frembringer Strømmen ved Maskiner, der drives ved Vandkraft. Dette finder Sted flere Steder i Europa, f. Eks. ved det store Vandfald i Nærheden af Schaffhausen i Svejtz, ved Niagarafaldet i Nordamerika og mange andre Steder. I saa Fald maa man enten som ved Schaffhausen, hvor Jævnstrømme anvendes, benytte dem paa Stedet til Fabriksdrift, eller, som ved Niagara, anvende Vekselstrømme, som da kunne føres uden for stort Tab til de nærliggende Byer.

I de senere Aar har man endelig begyndt at anvende en tredie Slags Strømme, Drejestrømme, som ere særlig beregnede paa at benyttes som Drivkraft. Disse Strømme kræve 3 eller flere Ledninger, naar de skulle føres langt bort.

RUHMKORFFS MASKINE.

Den vigtigste Anvendelse af Induktionen have vi ganske vist i Dynamomaskinerne, men der er dog mange andre, af hvilke vi her ville betragte en, som er særlig mærkelig. Der er jo den store Forskel mellem Elektriser-maskinen og det galvaniske Batteri, at den første kan give lange og kraftige Gnister, medens det sidste kun frembringer yderst smaa og svage Gnister. Alligevel har man fundet paa at lave kraftige Gnister ved Hjælp af et galvanisk Batteri, og dertil benyttes ogsaa Induktionen. Faraday viste, at man ved Induktion kan frembringe elektriske Strømme, der give Stød ligesom Elektriser-maskinen. Man havde længe benyttet sig deraf i Medicinen mod Gigt og Tandpine, inden nogen tænkte paa at frembringe stærke Gnister derved. Det er en tysk Instrument-mager, Ruhmkorff, der var bosat i Paris, som, understøttet af de berømte Fysikere Fizeau og Foucault, lavede den første Induktionsmaskine, hvis Virkninger kunde sammenlignes med Elektriser-maskinen. Ruhmkorffs Maskine har faaet en meget stor Udbredelse og har i mange Henseender bidraget til at forøge vort Kendskab til Elektriciteten; især

er den i det sidste Aar bleven anvendt til Frembringelse af Røntgens Straaler.

Den bestaar af et Bundt Jerntraade AA (Fig. 60), hvorom der først er viklet nogle Lag af en tyk overspunden Kobbertraad BB, hvis Ender b og b' ere. Uden om er der atter viklet en meget lang og tynd overspunden Kobbertraad CC, hvis Ender ere antydede ved c og c'. Denne Traad er i de store Maskiner 10 til 20 Mile lang. Her er BB Hovedledningen, CC Biledningen. Sendes en elektrisk Strøm gennem den første, vil der ogsaa opstaa Strøm i den anden, og lader man Hovedstrømmen forsvinde, kommer der atter en Strøm i Biledningen, og denne sidste Strøm kan blive saa stærk, at den giver en Gnist mellem c og c', der kan blive flere Tommer lang. EE ere to Glasskiver, der holde det hele sammen.

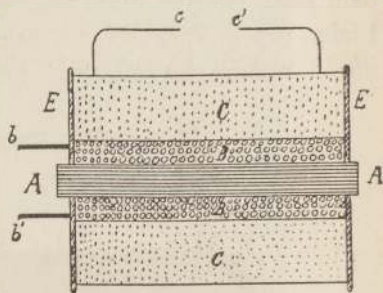


Fig. 60.

Selve Apparatet er afbildet i Fig. 61. Man ser der til venstre den store Rulle; Biledningens Ender gaa hen til to Messingopstandere, der bæres af Glasstænger. Til højre er afbildet et Vippe-Apparat, der slutter og afbryder Hoved-Strømmen omtrent paa samme Maade som ved det elektriske Ringeværk.

Ruhmkorffs Maskine gør som sagt omtrent samme Nytte som en Elektrisermaskine. Den er vel kostbarere og kræver nogle galvaniske Elementer, men til Gengæld gaar den saa af sig selv og giver i samme Tid mange flere Gnister end Elektrisermaskinen.

Geisslers Rør. Baade Elektrisermaskinen og Ruhmkorffs Maskine give Gnister i almindelig Luft, men man faar dem langt smukkere i fortyndet Luft. Dertil bruges næsten altid de saakaldte Geisslerske Rør. Det er Glasrør, i hvis Ender der er smeltet tynde Metaltraade ind og som den største Del af Luften er pumpet ud af. Imellem dem slaar Gnisten over, men nu er den ikke mere en lys Linie, den breder sig ud over hele Røret og deler sig ofte i mindre Lysmasser. Disse kunne have forskellige

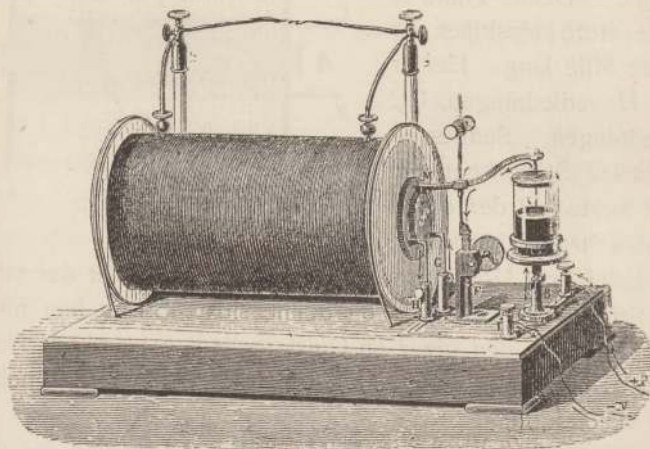


Fig. 61. Ruhmkorffs Maskine.

Farver; i Reglen ere de rødlige, navnlig ved den positive Pol, ved den negative Pol er Lyset blaat. Fig. 62 viser nogle af de Lysfænomener, som kunne fremkomme i saadanne Rør. Man har ikke i hele Fysikken skønnere og rigere Forsøg end disse.

Naar Luften fortyndes Millioner Gange, faar man igen noget nyt at se. Fig. 63 viser et saadant Rør, som først er lavet af Englænderen Crookes. Her er P den positive, N den negative Pol. Den positive Pol bærer et Metal-

blad, som er udskaaret som et Kors; den negative Pol bærer en Metalplade a. I Røret selv ses næsten intet

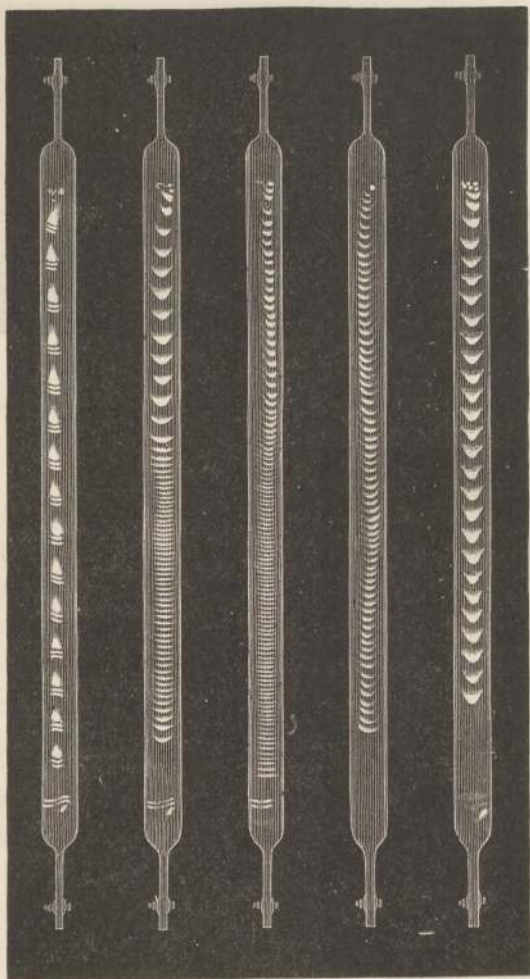


Fig. 62. Geisslers Rør.

Lys, men fra den negative Pol a udgaar der en Slags Straaler, som vi kunne kalde elektriske Straaler. Hvor de

ramme Glasset, lyser dette med et gulgrønt Lys. Nu stopper Korset nogle af dem; derfor ses en Skygge cd paa

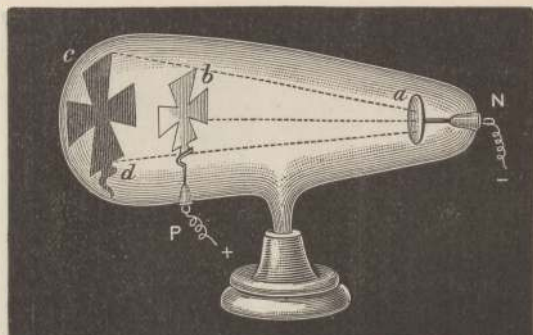


Fig. 63.

Enden af Røret, den ligner ganske den Skygge, som Korset vilde give, naar Solen skinner paa den.



Fig. 64.

De elektriske Straaler ligne ogsaa Solstraalerne deri, at de opvarme de Ting, de træffe. Dette kan vises med det i Fig. 63 aftegnede Rør. Her udgaa Straalerne fra en Metalskaal a; de gaa vinkelret ud fra denne og løbe derfor sammen, som Figuren viser. Der, hvor de samles, sidder en Plade af Platin, og den bliver rødglødende og smelter tilsidst, skønt Platinet hører til de Metaller, det er allervanskeligst at smelte.

Men der er alligevel stor Forskel paa Solstraaler og elektriske Straaler. Tydeligst vises

dette ved Røret Fig. 65. I det er der en Slags Møllehjul anbragt, som kan rulle frem og tilbage paa to Glasstænger. Udgaa Straalerne fra den lille Plade i Figuren til højre, vil Hjulet rulle til venstre; udgaa de fra den til venstre, ruller det til højre. Man ser altsaa, at disse Straaler ligesom slaa til de Ting, de træffe, og derved drive dem foran sig.

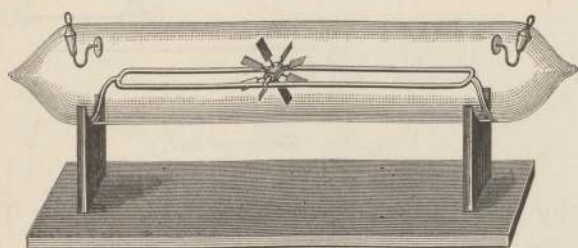


Fig. 65. Crookes Rør.

En anden Egenskab have de, som ser meget mærkelig ud. Den bestaar i, at de bøje sig til Siden, naar en Magnet holdes i Nærheden. Man ser dette bedst ved Hjælp af Røret Fig. 63. Nærmes Nordpolen af en Magnet til Røret forfra, vil Skyggen flyttes opad; nærmes Sydpolen, vil Skyggen flyttes nedad.

Røntgens Straaler. Aldrig har nogen Opdagelse i Fysikken vakt saa stor Opmærksomhed som Røntgens Straaler. Man frembringer dem paa følgende Maade: AB (Fig. 66) er et Rør, hvori Luften er fortyndet i meget høj Grad. Strømmen fra Ruhmkorffs Maskine kommer ind i Røret ved P gennem en i Glasset indsmeltet Metaltraad, der er bøjet sammen til en Ring, gaar saa gennem Røret hen til Pladen A og derfra ud igen ved N. Fra Pladen A udgaa da elektriske Straaler, som træffe den modsatte Ende af Røret B. Her lyser Glasset da med grøngult Lys. Vi indeslutte Røret i en Kasse af Træ eller Papir, og man ser da intet som helst til Røret. Man tager et Stykke

Papir og drysser derpaa et Pulver af Bariumplatincyano-ur og holder nu Papiret nær ved Enden B af Kassen. Pulveret lyser da med et grønligt Lys. Altsaa udsender Rørenden

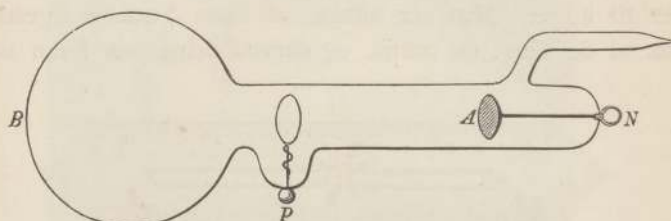


Fig. 66. Røntgens Rør.

B en ny Slags Straaler, som kunne gaa gennem Træ og Papir og bringe det omtalte Pulver til at lyse. Disse

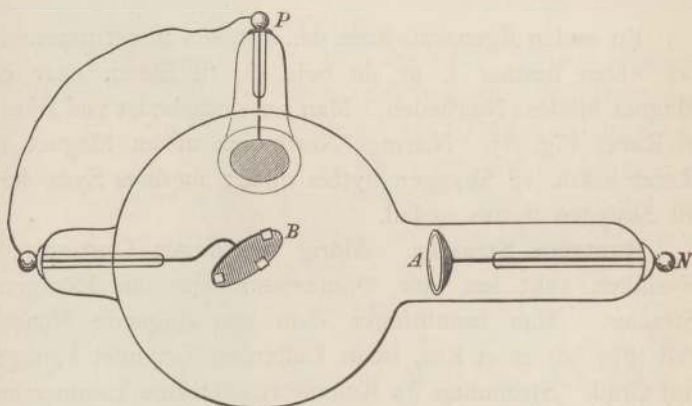


Fig. 67. Røntgens Rør.

Straaler kalde vi Røntgens Straaler efter den Mand, som har opdaget dem.

Ved disse Rør er der den store Ulempe, at Glas- set opvarmes meget stærkt paa det Sted, hvor Straalerne dannes, altsaa ved B, og der vil Glas- set gerne gaa itu

efter længere Tids Brug; der trænger da Luft ind i det og gør det ubrugeligt. Man plejer derfor nu at anvende Rør af følgende Form (Fig. 67): Straalerne udgaa fra en skaalformet Metalplade A og ramme et plant Metalspejl B. Dette udsender da Røntgens Straaler i alle Retninger. Da Metalpladen kan taale Varmen, ere disse Rør langt at foretrække for de andre.

Den mest paafaldende Egenskab ved dem er, at de kunne gaa gennem alle Lege-mer, om end med ulige Lethed. Bly og de tunge Metaller i det hele svække dem mest; lette Metaller som Aluminium gaa de derimod godt igennem. En anden stor Forskel mellem Røntgens Straaler og Solstraalerne bestaar i, at Røntgens Straaler ikke brydes. Solstraalerne og alle Lysstraalerne forandre i Reglen Retning, naar de gaa fra

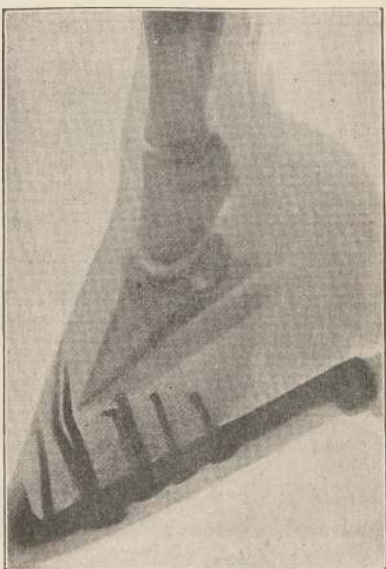


Fig. 68.

Luft til Vand eller Glas, men Røntgens Straaler gaa ligefrem. Solstraaler gaa gennem Is, men ikke gennem Sne, Røntgens Straaler gaa lige let gennem begge.

Holder man Haanden i Solstraalerne, faas en Skygge af den; en lignende Skygge give Røntgens Straaler ogsaa paa Skærmen med Platincyannur, men Røntgens Straaler gaa let gennem Kød, vanskeligere gennem Knoglerne, derfor ser man alle Knoglerne i Haanden, ja selv i Haandroden, som mørkere Partier; Knoglerne i Arme og Ben, Rib-

benene, Ryghvirvlerne kunne ligeledes ses ved Røntgens Straaler.

De bedste Billeder faas dog ved Fotografering med Røntgens Straaler, og dette gaar yderst let. Den Genstand, som skal fotograferes, holdes mellem Røret og den saakaldte Kasette, i hvilken den fotografiske Plade ligger skjult. Efter nogle faa Minutters Forløb kan man fremkalde Billedet, hvilket sker paa sædvanlig Maade.



Fig. 69 a.



Fig. 69 b.

Fig. 68 er en formindsket Gengivelse af et Fotografi, som Professor H. O. G. Ellinger har taget. Det viser en Hestehov, Hesteskoen og Sømmene samt nogle af Knoglerne i Foden. Man ser, at Røntgens Straaler slet ikke have kunnet trænge gennem Jernet, derimod gaa de let gennem Hoven selv, noget vanskeligere gennem Knoglerne.

Fig. 69 a er Billedet af en Albue, som er af Led, Fig. 69 b samme sat i Led igen; det er taget af Siemens & Halske.

TELEFONEN.

Allerede i Oldtiden kendte de indiske Præster et simpelt lille Apparat til Overførelse af den menneskelige Tale paa Afstand, som her fortjener at omtales, fordi det danner det rent mekaniske Forbillede til en af vor Tids største Opfindelser, den elektromagnetiske Telefon. Det bestod simpelt hen (Fig. 70) af et nogle Tommer langt og omtrent lige saa vidt Rør af Bambus a, aabent i den ene Ende og lukket med en stramt udspændt Svineblære b i den anden.

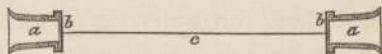


Fig. 70.

To saadanne Rør vare indbyrdes forbundne ved en fin, men stærk Silketraad c af indtil 100 Alens Længde, som i begge Ender var fastgjort til Midten af de udspændte Hinder. Holder to Personer hver sit Rør saaledes, at Blærerne vende imod hinanden, og paaser man tillige, at Silketraaden holdes nogenlunde stramt, uden at røre Jorden eller andre faste Legemer, kan den ene ved at lytte til Munden af sit Rør tydelig høre alt, hvad den anden med almindelig Stemme siger ind i det andet Rør, ja under heldige Forhold kan man endogsaa paa denne Maade

opfange den sagteste Hvisken. Det er indlysende, at et saadant Redskab, der vistnok blev strængt hemmeligholdt af Brahmanerne, i høj Grad har kunnet udnyttes til at fremme disses Formaal.

Enhver kan let eftergøre det lille Apparat. Man skaffer sig to drejede Rør af Form, som Fig. 70 viser, og af omtrent halvtredie Tommes Gennemsnit og to Tommers Længde. I den ene Ende udspændes Svineblæren ved et tyndt Stykke Sejlgarn, der snøres uden om Røret i den der anbragte Rille. Det er af Vigtighed, at Blæren er aldeles stramt udspændt uden Folder, hvilket opnaas ved at lægge den nogle Timer i Blød, inden den skal paa-bindnes. Naar den er tør, trækkes Silketraaden med en Synaal nøjagtig gennem Midtpunktet af Blæren. Til Enden af Traaden fastbindes en lille Glasperle, som, hvis man vil, yderligere kan fastholdes paa Blærens indvendige Side ved en ganske lille Klat Lak.

Det er let at forstaa, hvorledes Apparatet virker. Vor Tale, en tonende Streng o. s. v. sætter Luften i en svingende Bevægelse, der med uforandret Hastighed, Lydens Hastighed, forplanter sig fra den ene Luftdel til den anden. En saadan enkelt Svingning, en Lydbølge, som den kaldes, bestaar af en Fortætning og derefter følgende Fortynding af Luften, og den spreder sig i nogen Afstand fra Lydgiveren kugleformet ud i Luften. Træffes nu Blæren i b af den fortættede Del af en saadan Lydbølge, vil den tvinges bort fra Lydgiveren, medens den i næste Øjeblik, naar den naas af Luftfortyndingen, vil suges i den modsatte Retning. Da Silketraaden c er stramt udspændt, tvinges den anden Blære til at udføre Svingninger i ganske samme Takt som den første, og den bliver da selv en Lydgiver, eller med andre Ord, enhver Lyd, som træffer den ene Hinde, vil næsten ganske nøjagtig gengives og udsendes af den anden.

Bell's Telefon. Naar man betænker, hvor let den elektriske Strøm egner sig til at overføre smaa Bevægelser paa lange Afstande gennem metalliske Ledninger og ved Hjælp af Elektromagneter, hvorom jo den elektriske Telegraf bærer Vidnesbyrd, skulde den Ide at overføre Lyden paa denne Maade til fjernt bortliggende Steder synes at ligge snublende nær. Fra Undfangelsen af denne Tanke til dens praktiske Udførelse er der dog et meget langt Spring. En ung Tysker, Philip Reis, som var Lærer i Friedrichsdorff tæt ved Hamburg, var den, der gjorde det første Skridt henimod Løsningen af dette Problem. Det lykkedes ham efter mange Forsøg i 1860 at konstruere en Telefon, som ved Hjælp af den elektriske Strøm kunde overføre Musikstykker gennem Telegrafledningen. Opfinderen døde i 1874 uden at have opnaaet nogen Anerkendelse, og uden at hans Apparat havde tildraget sig nogen videre Opmærksomhed. Da det næppe egner sig til Overførelse af den menneskelige Stemme og derfor aldrig har faaet nogen praktisk Betydning, er det ikke nødvendigt at give nogen Beskrivelse deraf. Det er bleven omtalt, fordi det vistnok har givet Stødet til, at en anden ung Opfinder, Amerikaneren Graham Bell, beskæftigede sig med Løsningen af den store Opgave. Efter at have forsøgt et Utal af forskellige Konstruktioner, som stedse mere og mere afveg fra Reis', lykkedes det Bell i 1876—77 at give en Løsning, der var ligesaa storslaaet og smuk i sin Tanke som forholdsvis simpel i sin Udførelse. I Fig. 71 I betegner A en Magnetstang, der ved den ene Pol er forlænget med et blødt Stykke Jern, Polstykket, som er omgivet af en Traadrulle B, hvis mange fine Vindinger dannes af en tynd, silkeomspunden Koppertraad. De to Ender af Vindingerne ere henholdsvis satte i Forbindelse med Jorden ved E og med Telegrafledningen D, som forbinder Punkterne I og II. Tæt op ad Magnetens

Forlængelse, men uden at røre ved denne, er anbragt en meget tynd, cirkelrund Jernplade C, som kun er fastspændt langs Randen. I II er anbragt et ganske lignende Apparat. Den hele Opstilling minder ikke saa lidt om den i Fig. 70 viste mekaniske Telefon. De elastiske Hinder b ere her erstattede af Jernpladerne C, og i Stedet for den ved Silketraaden frembragte Spænding optræder her Magneternes Tiltrækning af Jernpladerne. — Apparatets Virkemaade er efter det foregaaende let at forstaa. Taler man i I imod C, bringes denne i Svingninger, der afvekslende nærme og fjerne den fra Polstykket, hvis Magnetisme derved undergaar tilsvarende smaa Forandringer. Herved frembringes

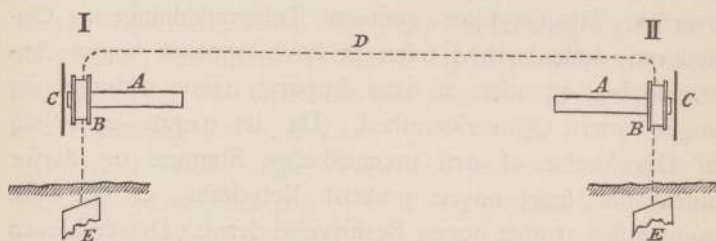


Fig. 71.

Induktionsstrømme i Rullen B. For hver Gang Pladen nærmer sig til Magneten, opstaar der en Strøm i den ene, og for hver Gang, den fjerner sig, en Strøm i den modsatte Retning. Denne Vekselstrøm gennemløber D, Rullen B i II og vender gennem EE tilbage til B i I, og det er klart, at den efter sin Retning i ethvert givet Øjeblik enten vil forstærke eller svække den Tiltrækning, som Magneten A i II udøver paa Jernpladen. Denne tvinges derved til at udføre ganske de samme Svingninger som Pladen i I.

I Fig. 72 er vist et Snit af en Telefon af den mest moderne Form, Dobbelpols-Telefonen. Der er ingen anden

Forskel imellem denne og Bell's oprindelige Form, end at Magnetstangen er erstattet med en lang Hesteskomagnet NS, hvis Polstykker ere omgivne med Traadrullerne RR. NS er fastgjort inden i et Rør af Ebonit eller Metal, som tjener til Haandtag. Telefonpladen P, der er af tyndt Jernblik, er fastklemt langs Randen imellem det tragtformede Ørestykke og en Udvidelse af Røret. Enderne af Traadrullernes Vindinger maa være saaledes forbundne, at en Strøm, som sendes igennem dem fra a til b, enten forstærker eller svækker Magnetismen samtidig i begge Pol-

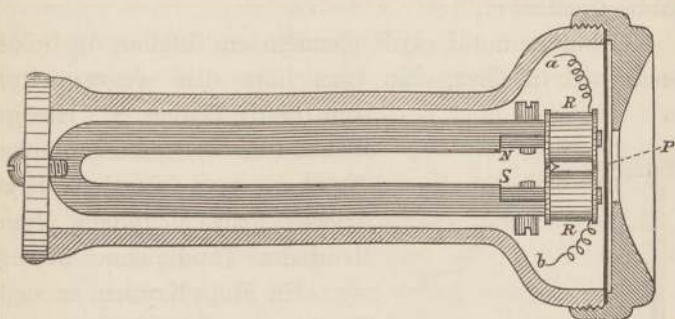


Fig. 72. Dobbelpols-Telefonen.

stykkerne. Ved denne Telefon opnaas en betydelig Forstærkelse af Talen.

Mikrofonen. Som vi have set, vare Bell's Tale- og Høreapparat nøjagtig ens. Saa tiltalende denne Løsning af den store Opgave end var paa Grund af sin Simpelhed, viste det sig dog snart, at Systemet led af væsentlige Mangler. Det var saaledes ikke muligt at telefonere paa længere Strækninger end gennem en almindelig Telegrafledning paa 4 à 5 Mils Længde. Først efter at Mikrofonen var opfundet af Englænderen Hughes i 1878, fik Telefonen sin store praktiske Betydning og Udbredelse. Fig. 73 giver en skematisk Fremstilling af Hughes' Forsøg. Paa et vandret Bord er fastskruet en tynd, lodret Træplade A.

Paa denne er fastlimet to Klodser af Retortkul BB. En i begge Ender tilspidset Kulstang C af den Slags, som bruges i de elektriske Buelamper, er lodret anbragt imellem halvkugleformede Fordybninger i Kulklodserne. For at Forsøget skal lykkes, maa Kulstangen frit kunne dreje sig i Fordybningerne ved den letteste Berøring. Den ene Pol af et galvanisk Batteri, bestaaende af nogle faa Leclanchés Elementer, er ved en Kobbertraad i ledende Forbindelse med den ene Kulklods, medens den anden Pol ender i Traaden E. Den anden Kulklods er i Forbindelse med Kobbertraaden F.

Forbindes nu E og F igennem en Telefon, og holdes denne tæt til Øret, kan man høre den svageste Lyd,

som træffer Pladen A. Hænger man f. Eks. et Lommeur op ad A, kan man foruden Urets Tikken ganske tydelig høre, hvorledes Tandhjulene bevæge sig. En Flues Kryben, en sagte Kradsen med Neglen, et svagt Pust imod Pladen o. l. høres ogsaa meget tydelig i Telefonen.

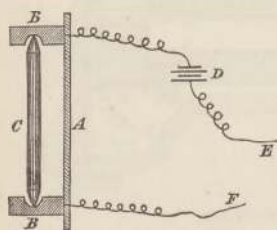


Fig. 73. Hughes' Mikrofon.

Virkningen af dette Apparat,

som af sin Opfinder blev kaldet Mikrofonen, kan forklares, naar man ved, at den elektriske Modstand imellem Ledere, der ere i let Berøring, forandrer sig stærkt med det Tryk, som virker paa Berøringsfladerne. Man maa da antage, at Trykket i Mikrofonkontakterne, d. v. s. Berøringspunkterne imellem Kulstangen og Klodserne, forandrer sig i Takt med Lydsvingningerne. For øvrigt er det vanskeligt at give en fuldt udtømmende Forklaring af Mikrofonens Virkemaade, som næppe endnu er fuldstændig opklaret.

Forlænger man Ledningstraadene E og F ved et Par lange Ledninger af flere Mils Længde, — hvoraf den ene

paa sædvanlig Maade kan erstattes af Jorden — og forbindes disse i den anden Ende igennem Telefonen, vil man finde, at Lyden væsentlig svækkes, om end ikke saa stærkt som i Bell's oprindelige Forsøg med to Telefoner. Man kan til Dels overvinde denne Vanskelighed ved at forøge Styrken af Batteriet D, d. v. s. forøge Antallet af Elementerne. Men man vil finde, at ud over en vis Grænse vil ingen Forbedring opnaas. For øvrigt er det ogsaa kostbart og upraktisk at holde et stort Batteri vedlige, og dette kan tilmed ikke anvendes paa en kort Ledning, da Strømmen ellers bliver saa stærk, at Mikrofonkontakterne blive varme, og Kulstangens Spidser ville brænde af, hvorefter Apparatet bliver ubrugeligt. Man kan overkomme alle disse Vanskeligheder paa en meget simpel Maade, som vistnok først er anvendt af Edison. E og F forbindes med Enderne af den korte Bevikling (de primære Vindinger) af en almindelig lille Induktionsrulle, medens den lange Bevikling (de sekundære Vindinger) sættes i Forbindelse med de to Ledninger, som i den anden Ende ere forenede igennem Telefonen. De varierende Strømme, som gennemløbe Induktionsrullens primære Traad, ville da i den sekundære inducere en tilsvarende Vekselstrøm, som atter paavirker Telefonen. Man kan paa denne Maade, naar de to Beviklinger af Induktionsrullen ere hensigtsmæssig afpassede, nøjes med et mindre Batteri paa et eller to Elementer, uden Hensyn til Ledningens Længde, idet Batteriet stedse arbejder gennem det samme korte Kredsløb, nemlig gennem Mikrofonen og de primære Vindinger. Der tages herved en langt større Strøm af Batteriet, men Talen bliver ogsaa meget klarere overført, saaledes at det endogsaa er let at genkende den talendes Stemme, selv paa meget store Afstande.

Hughes' Mikrofon var udmærket egnet til Forsøg, men den var alt for fintmærkende og samtidig for lunefuld i sin

Virkemaade til, at den kunde faa nogen Betydning i Praxis. Utallige Opfindere have derfor forsøgt at forbedre den, og der er siden dens Fremkomst patenteret over hundrede forskellige Modifikationer, som have vist sig mer eller mindre praktiske.

Hunning's Mikrofon. En særlig original Forbedring, Kulpulvermikrofonen, blev allerede angivet af Englænderen Hunning i 1878. I sit Princip bestaar den af en Platin- og en Kulplade, som ere anbragte i en indbyrdes Afstand af omtrent $\frac{1}{8}$ Tomme. Mellemrummet imellem dem er fyldt med et grovt Kulpulver.

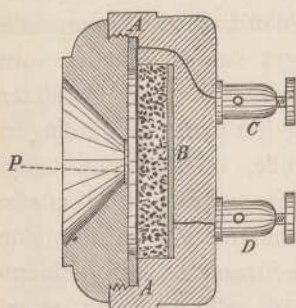


Fig. 74. Hunning's Mikrofon.

Fig. 74 viser et Gennemsnit af Apparatet. P er Platinpladen, B Kulpladen, A en Metalring, som baade tjener til at holde P fri af det tragtformige Mundstykke og til at fastklemme den langs Randen. A er i ledende Forbindelse med Klemskruen C, B. med D. Kulpulveret, som bestod af pulveriserede Kokes af Størrelse som Krudtkorn, opfylder løselig Mellemrummet imellem P og B.

Forbindes Klemskruerne med Polerne af et Batteri, vil en Strøm gennembløbe C, A, P, Kulpulveret, B og D. Taler man nu imod Tragten, koncentrerer Lyden paa Pladen P, som sættes i Svingninger, og som derved udøver et variabelt Tryk paa Kulpulveret, hvis elektriske Modstand undergaar tilsvarende Forandringer.

Der er i Virkeligheden ingen anden Forskel imellem Hughes' og Hunning's Mikrofoner end den, at i den første anvendes som Overgang for Strømmen nogle faa Berøringspunkter mellem Kullegemerne, medens i den sidste benyttes

de talløse Punkter, som fremkomme ved Kulkornenes indbyrdes Berøring.

En Mangel ved Hunning's Mikrofon er, at Kulpulveret efter længere Tids Forløb pakkes saaledes sammen, at de enkelte Kulkorn tabe deres Bevægelighed, hvorved Apparatets Virkning i høj Grad svækkes. I de senere Aar er man naaet til at overkomme denne Ulempe. I Fig. 75 er vist et Snit af den moderne Kulpulvermikrofon, saaledes som den med uvæsentlige Forandringer anvendes i de skandinaviske Lande og i Nordamerika. En lille,

skaalformet, forgyldt Messingplade A er fastnippet til Midten af en Metalplade P, som langs Randen er fastklemmt imellem et tragtformet Mundstykke og Mikrofonens

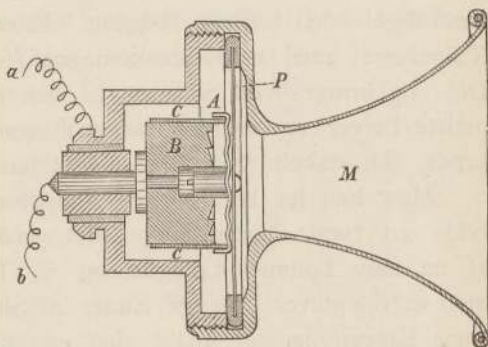


Fig. 75. Den moderne Mikrofon.

Bund. Pladen er i ledende For-

bindelse med Bundstykket og derved med a. Uden om den drejede Kulklods B er viklet et tyndt Stykke Flonel C, hvis fri Kant omsluttet tæt af den ombøjede Rand af A. I B er paa Forsiden inddrejet nogle ringformede Fordybninger, som svare til lignende Forhøjninger af A. Kulklodsens er i Midten fastgjort ved en Metalskrue til en Metalstang, som er ført isoleret igennem Bundstykket og staar i Forbindelse med b. Imellem Skruens Hoved og A er anbragt et tyndt Gummirør, som tjener til at dæmpe alt for stærke Svingninger af P. Rummet imellem A og B er halvt fyldt med Kulpulver. I denne Mikrofon er Kul-

pulveret ikke tilbøjeligt til at sammenpakkes, og den bevarer derfor i Aarevis sin gode Arbejdsevne. I Tyskland, Frankrig og til Dels i England har man lige til de sidste Aar fortrinsvis benyttet Mikrofoner med Kulstænger efter Hughes' Princip. De fortrænges nu overalt af Kulpulvermikrofonen, som allerede i flere Aar har været udelukkende anvendt her og i Sverrig og Norge.

I Stedet for pulveriseret Kokes bruges nu et Kulpulver, som tilberedes paa følgende Maade: De bedste Wales Anthracit-Kul knuses til et Pulver, som i flere Timer i Træk underkastes en stærk Hvidglødhede i en Grafitdigel uden Luftens Adgang. Efter Afkøling befries Kulpulveret med en Hestekomagnet for alle jernholdige Dele og bringes ved Sigtning til den rette Finhed. Det bedste Pulver er omtrent saa groft som almindeligt Jagtkrudt. De enkelte Korn ere meget haarde og blanke.

Man kan let lave sig en Kulpulvermikrofon ved at fylde en tynd Gummislange (det saakaldte »Drænrør«) af en halv Tommes Længde og $\frac{1}{8}$ Tommes Tværmaal med et Kulpulver. Begge Ender af Slangen lukkes med smaa Kulpropper, af hvilke den ene fastgøres til Midten af en tynd, rund Blikplade af 3 Tommers Tværmaal, som dækker en rund Udskæring i et Bræt. Den anden Kulprop fæstes til en Bøjle, som fastgøres til Brættet. Begge Propper forbindes ved tynde Kobbertraade med hver sin Pol af et Element. Paa korte Ledninger giver denne Mikrofon fortrinlige Resultater uden Induktionsrulle.

Det fuldstændige Telefonapparat. Vi have nu lært de vigtigste Dele af Telefonapparatet at kende, nemlig Dobbelpoltelefonen, der bruges som »Modtager«, og Kulpulvermikrofonen, der anvendes som »Afsender«. Foruden disse maa et fuldstændigt Telefonapparat ogsaa have et Signalapparat, et Ringeapparat. I Tyskland og Frankrig har man indtil for nylig anvendt en almindelig Trykknapp

og det elektriske Ringeværk, som er beskrevet Side 54, i Forbindelse med et Batteri. Trods sin Simpelhed er dette et yderst ufuldkomment Arrangement, fordi man, naar der skal vækkes gennem lange Ledninger, da maa anvende meget store Batterier, som ere kostbare og besværlige at vedligeholde og give Anledning til hyppigt Eftersyn. Man har derfor i de nævnte Lande set sig nødsaget til at gaa over til Benyttelsen af Ringe-Induktoren og Vekselstrømsklokken, som altid fra Telefonens første Dage er bleven anvendt i Amerika og de skandinaviske Lande.

Vekselstrømsklokken eller den »polariserede Klokke« (Fig. 76) bestaar af en lille Elektromagnet ACB, hvis Vindinger ere fordelte paa to Ruller A og B. Et Anker ab, som kan dreje sig om sit Midtpunkt c, er anbragt lige over for Enderne af Jernkernen, der rage lidt frem af Rullerne. Midt paa ab er fastgjort en lang Klokkeknobel med en lille Kugle d paa Enden, som i sine yderste Stillinger kan slaa paa Klokkeskaalene KK. En $\sqcup$ -formet Hesteskomagnet NS omgiver det hele og frembringer ved Fordeling Sydpoler ved c og ved begge Ender af Jernkernen, men Nordpoler ved C midt imellem Rullerne og ved Enderne af Ankeret. Hesteskomagneten søger derfor at frembringe Tiltrækning imellem a og A, saa vel som imellem b og B.

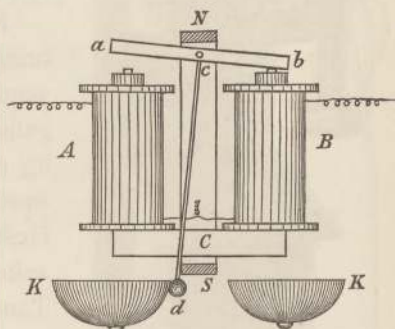


Fig 76. Vekselstrømsklokken.

Gaar der nu en Strøm igennem Rullerne, som vil stræbe at frembringe f. Eks. en Nordpol ved A og en Sydpol ved B, vil Tiltrækningen imellem a og A svækkes

imellem b og B. Tiltrækningen imellem b og B vil styrkes, og den vil frembringe en Tiltrækning imellem a og A, som vil styrkes.

og gaa over til en Frastødning, naar Strømmen er stærk nok, medens Tiltrækningen imellem b og B vil forstærkes: Klokkeke nebelen vil bevæge sig til venstre, og Kuglen vil slaa paa den ene Klokkeskaal. En Strøm i modsat Ret-

ning vil have lige den omvendte Virkning og frembringe et Slag paa den anden Skaal. En Vekselstrøm vil derfor bevirke en Kimen paa Klokkerne. Dette lille Apparat er omtrent otte Gange saaføl-somt som et almindeligt elektrisk Ringeværk.

Ringe-Induktoren, der frembringer den til Ringningen nødvendige Vekselstrøm, bestaar ganske simpelt af en almindelig magneto-elektrisk Maskine. Imellem Polerne af en stærk Hesteskomagnet kan et Jernanker ved Hjælp af et Sving, Tandhjul og Drev drejes hurtigt rundt saaledes, at Ankerets Poler skifte under hver Omdrejning. Jernankeret er omviklet med isoleret Kobbertraad i mange Vindinger. I disse opstaar der en Veksel-



Fig. 77. Telefonapparatet.

strøm, som paa passende Maade ved Slæbefjedre kan ledes ud i Ledningen.

Det fuldstændige Telefonapparat, saaledes som det anvendes her i Danmark og i Amerika, ses i Fig. 77. Til venstre hænger Telefonen paa sin Gaffel. Den er ved den bøjelige Telefonsnor i Forbindelse med Ringeapparatet,

som indeholder Vekselstrømsklokken, Ringe-Induktoren og Induktionsrullen for Mikrofonen. Denne sidste er anbragt

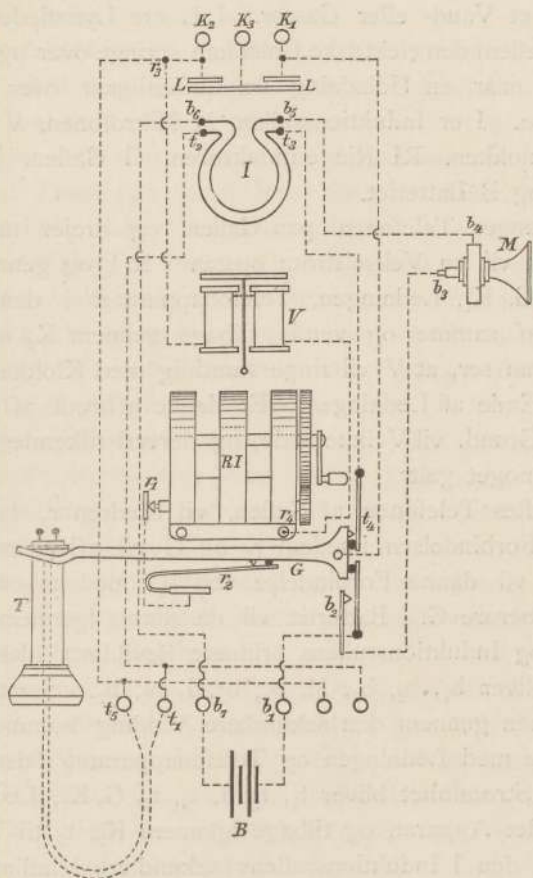


Fig. 78. Skematisk Strømløb af Telefonapparatet.

midt paa Laaget af Ringeapparatet, og ovenover ses Klokkeskaalene. Svinget for Ringe-Induktoren ses paa højre Side. Underst findes en lille Skrivepult, som indeholder Mikrofonbatteriet.

Fig. 78 viser det skematiske Strømløb i Apparatet. K_1 , K_2 , K_3 ere Klemskruer, af hvilke de to første forbindes med de to Ledninger, den sidste med Jorden, d. v. s. et Vand- eller Gasrør. LL ere Lynaflederplader, hvorimellem den elektriske Gnist kan springe over og afledes til K_3 , naar en Udladning fra Luften gaar over i Ledningerne. I er Induktionsrullen, M Mikrofonen, V Vekselsstrømsklokken, RI Ringe-Induktoren, G Gaffen, T Telefonen og B Batteriet.

Hænger Telefonen paa Gaffen, og drejer man paa Svinget, vil en Vekselsstrøm opstaa i RI og gennemløbe r_1 , r_2 , G, K_1 , Ledningen, Telefonapparatet i den anden Ende af samme og vende tilbage gennem K_2 og V til RI. Man ser, at V vil ringe samtidig med Klokken i den anden Ende af Ledningen. Er denne afbrudt af en eller anden Grund, vil V ikke lyde, og derved tilkendegives, at der er noget galt.

Løftes Telefonen af Gaffen, vil Fjedren r_2 tvinge G opad, Forbindelsen imellem r_2 og G vil afbrydes, og en Fjeder vil danne Forbindelse ved b_2 , medens en anden t_4 vil berøre G. Batteriet vil da sluttes igennem Mikrofonen og Induktionsrullens primære Bevikling, idet Strømløbet bliver b_1 , b_2 , b_3 , M, b_4 , b_5 , I, b_6 , b_7 . Samtidig vil Telefonen gennem den sekundære Vinding komme i Forbindelse med Ledningen og Telefonapparatet i den anden Ende. Strømløbet bliver t_1 , t_2 , I, t_3 , t_4 , G, K_1 , Ledningen, det andet Apparat, og tilbage igennem K_2 , t_5 til T. Man ser, at den i Induktionsrullens sekundære Vinding frembragte Induktionsstrøm vil gennemløbe saa vel Telefonen i den anden Ende som T. Puster man f. Eks. i M, medens man holder T til Øret, vil man ganske tydelig i denne høre en brusende Lyd. Man kan altsaa i sin egen Telefon høre, hvad man selv taler; dette er nødvendigt, for

at de to samtalende kunne tale sammen, ligesom om de stod over for hinanden.

Naar man kun anvender en enkelt Ledning, forbindes K_2 med Jorden.

Telefonledninger. I det væsentlige er der ikke nogen stor Forskel imellem Telefon- og Telegrafledninger. I Telefonens første Dage anvendte man den selv samme Bygningsmaade som ved Telegrafen. Man opdagede dog snart, at Talen paa lange Jern- eller Staaltraadsledninger lød daarligt. Langt bedre Resultater fik man ved Anvendelse af Kobbertraade, dels paa Grund af, at Kobberet leder fem Gange saa godt som Jern, og dels paa Grund af, at det ikke bliver magnetisk, naar en Strøm gennemløber det. Alle lange Telefonledninger bygges derfor udelukkende af haardtrukken Kobbertraad, d. v. s. Traad, som ikke er glødet efter Trækningen. En saadan Traad har samme Styrke som Jerntraad og kun nogle faa pCt. lavere Ledningsevne end den glødede Kobbertraad; men den har den Ulempe, at den er noget skør og vanskelig at behandle. Man anvender derfor ofte i Stedet for den en Bronce-traad med den samme Ledningsevne og Styrke, men med større Bøjelighed.

I Byerne, hvor der findes mange Telefonledninger, maa man samle disse paa meget store Jernstativer. For at formindske Vægten af Ledningerne, maa man bruge meget tynde Traade (af $\frac{1}{20}$ Tommes Tykkelse). Man anvender derfor hertil en særlig Slags Bronze, hvis Styrke kan maale sig med det bedste Staals, medens Ledningsevnen er dobbelt saa god.

Ligesom ved Telegrafen har man for at spare paa de kostbare Ledningsanlæg hidtil for største Delen anvendt Enkeltledninger, d. v. s. een Ledning for hver Telefon, og benyttet Jorden som Tilbageledning. Ved Telegrafen

— i ethvert Fald, naar Morseapparaterne anvendes — viste der sig ingen Ulemper heraf; ganske anderledes er det ved Telefonen. Lad os tænke os, at vi i en Længde af f. Eks. en halv Mil langs med hver af de to Sider af en Landevej have ført to Rækker Telefonpæle med hver sin Telefonledning, anbragte paa de sædvanlige Porcelænsklokker og i begge Ender forsynede med de nødvendige Telefonapparater, som paa sædvanlig Maade ere forbundne med Jorden. Skønt de to Ledninger overalt ere i en Afstand af Vejens Bredde og heller ikke ved Enderne ere forbundne med hinanden, kan man dog ved at lytte i det ene Par Apparater høre alt, hvad der tales paa den anden Ledning. Ganske vist er Lyden ikke nær saa stærk som den direkte Tale, men er der stille ved de Apparater, hvori man lytter, kan dog Samtalen paa den anden Ledning tydelig opfattes. Aarsagen hertil er Induktionen. Enhver opstaaende Strøm i den ene Ledning vil stræbe at frembringe en Strøm i modsat Retning i den anden, medens enhver forsvindende Strøm i den første vil stræbe at frembringe en Strøm i samme Retning i den anden. En Vekselstrøm i den ene Ledning vil derfor frembringe en Vekselstrøm i den anden. Er Afstanden stor imellem de to Ledninger, er dog Induktionsstrømmen meget svag; men Telefonen er jo ogsaa et overordentlig følsomt Apparat, der arbejder for den svageste Strøm. Forholdet er anderledes ved Telegrafapparatet, som man let kan indse. Morseapparatet arbejder kun, naar Strømmen derigennem overskrider en vis Styrke, og Induktionsstrømmene ere altid i Praxis langt svagere.

Til at overvinde Induktionen har man intet andet Middel end at gaa over til Dobbeltledninger, d. v. s. benytte to jævnsides løbende Ledninger for hver Telefon og omhyggelig undgaa enhver Berøring med Jorden. Da den samme Strøm gennemløber hele Ledningen, og der altsaa i et givet Øjeblik paa ethvert Punkt af Dobbeltledningen

virker modsat rettede Strømme, ville disses Virkninger paa en tredie Ledning ophæve hinanden, forudsat at dennes Afstande fra hver af Dobbeltledningens to Traade ere lige store. Dette kan kun tilnærmelsesvis opnaas i Praksis ved at føre disse spiralformigt om hinanden, dog saaledes, at de naturligvis ikke ere i Berøring. Dette System anvendes nu paa alle lange Ledninger. I Byerne kan man ikke paa de store Stativlinier sno Traadene om hinanden. Det er her nødvendigt, at Traadene føres parallelt, da man ellers vilde faa for mange Berøringer imellem dem, naar det blæser.

Telefonkabler. En meget alvorlig Ulempe ved Dobbeltledningerne er, at det i Forvejen store Telefonnet i Byerne derved fordobles. I Tyskland har man derfor endogsaa slet ikke begyndt at indføre Dobbeltledninger i Byerne, medens man dog i de andre

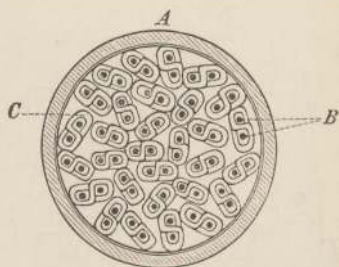


Fig 79. Tværsnit af et Telefonkabel.

Kulturlande er i Færd med at overgaa hertil. Man har altid den Udvej at kunne gaa underjordisk med Ledningerne paa de Steder, hvor Luftnettet bliver alt for stort. Da det underjordiske Kabelsystem, som er anvendt af Telefonselskabet i Kjøbenhavn, er det nyeste og bedste, som findes, vil en kort Beskrivelse deraf være nødvendig. Fig. 79 viser et Tværsnit i et Telefonkabel. A er et ydre Blyrør af $\frac{1}{8}$ Tommes Vægtykkelse. Inden i dette ligger der et Bundt af parvis sammensnoede Kobbertraade B der indbyrdes adskilles fra hinanden ved Papirbaand C. Disse ere sammenfoldede paa langs paa en særlig Maade, saa at Traadene ikke kunne berøre hinanden. Det hele Bundt

er løst sammensnoet, saa at Papiret ikke trykkes; thi den egentlige Isolator er her Luften, medens Papirets Rolle kun er at holde Traadene fra hinanden. Det er lavet af Manillahamp, der giver et stærkt og dog samtidig tyndt Stof. De Kabler, som anvendes her, have et ydre Tværmaal af 2 eller $2\frac{1}{2}$ Tomme og indeholde da 100 eller 200 Par Ledninger.

De Kabler, man tidligere anvendte, vare af en ganske anden Konstruktion. Hver Kobbertraad var tæt omspunden med Yutegarn, Bomuld eller lignende, og det hele var inden for Blyhylstret fyldt med et let smelteligt,

isolerende Stof som Paraffin eller lignende. Det viste sig imidlertid, at man ikke kunde telefonere ret langt igennem et saadant Kabel, især naar en lang Luftledning blev forbunden dermed, idet Talen kom til at lyde hul og utydelig. Aarsagen hertil er Kablets Ladningsevne. Enhver

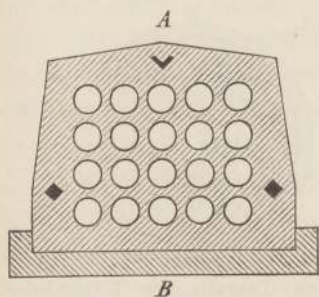


Fig. 80. Tværsnit af et Kabelrør.

Traad i et Kabel kan betragtes som den ene Belægning af en Lejdnerflaske, hvis anden Belægning udgøres af de øvrige Traade og Blyrøret, og det viser sig, at jo større Ladningsevnen er, des daarligere egner Kablet sig til Telefonbrug. Da Luften af alle isolerende Stoffer er det, som giver den laveste Ladningsevne, vil man forstaa, hvorfor de oven beskrevne »Papirkabler« langt ere at foretrække. De ere opfundne i Amerika.

Fig. 80 viser et Tværsnit af de i Kjøbenhavn anvendte underjordiske Kabelrør. De dannes af Betonblokke A i Længder af lidt over 3 Fod, som paa langs ere gennemhullede med indtil 20 Kanaler, hver af 3 Tommer i Tvær-

maal. For at give hele Ledningen Stivhed og Styrke og styre Blokkene, saa at Hullerne ved de sammenstødende Ender nøjagtig passe sammen, er der paa langs i Fordybninger indlagt tre Jernstænger, som bagefter faststøbes med Beton. Blokkene hvile ved hver Ende i en Sko af Beton B, som ligeledes faststøbes. Paa hver Strækning af fra 90 til 250 Alen er der anbragt Brønde, hvorfra

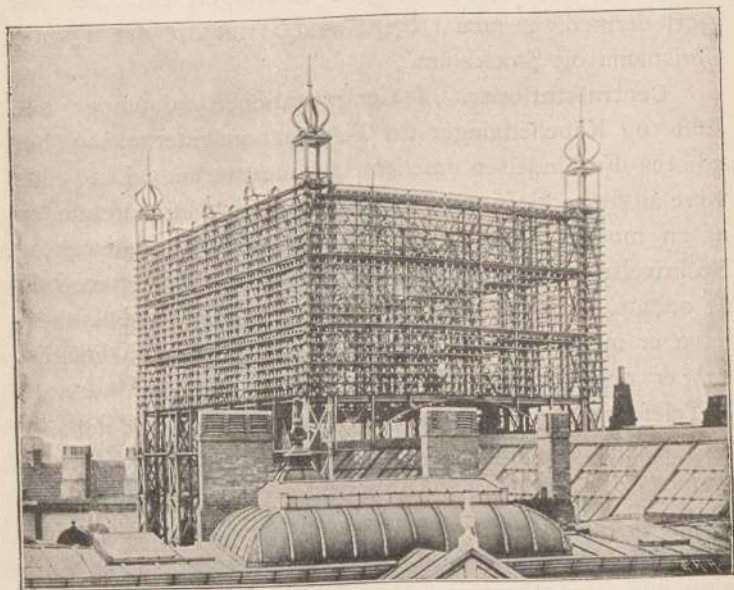


Fig. 81. Telefontaarnet.

Kablerne kunne hales ind i Kanalerne. De enkelte Kabel-længder sammensplidses lufttæt i Brøndene. Hver Kanal optager sit Kabel.

Naar Sammensplidsningen er udført, blæses der med et Par Atmosfærers Tryk med en Luftpumpe Luft igennem selve Kablet. Da Luften i Forvejen er tørret med Klorcalcium, tjener den til at udtørre Papiret paa de

Steder, som under Nedlægningen maatte være blevne fugtige. Skulde der senere i Tidens Løb opstaa smaa Utætheder paa enkelte Steder i Blyrøret og Fugtighed trænge ind og ødelægge Isolationen i Kablet, kan man ved atter at blæse tør Luft igennem det og ud af Hullerne bortfjerne al Fugtighed og saaledes udbedre Fejlen. Dette ny System er indført fra Paris, hvor det først er blevet anvendt. Efter de gode Erfaringer, man her har gjort dermed, er man i Færd med at indføre det ogsaa i Christiania og Stockholm.

Centralstationer. I Centralstationen udmunder alle Luft- og Kabelledninger fra Telefonabonnenterne, og her udføres Forbindelsen imellem Abonnenterne. Det vilde være alt for vidtløftigt at give en Forklaring af Indretningen af en moderne Central; en blot nogenlunde fuldstændig Beskrivelse vilde fylde en hel Bog. Det maa være nok at omtale, at Telefonselskabets ny Centralstation i Kjøbenhavn er indrettet til at optage ialt 10600 Dobbeltledninger; det er den største, som endnu noget Steds er indrettet. I Telefonsalen, som er 70 Alen lang, 10 Alen høj og lige saa bred, findes Centralapparaterne, der betjenes af Damer, een for hver 80 Abonnenter. Ved et særligt System er det muligt for hver Telefonistinde uden Medhjælp af nogen anden at overbevise sig om, at en Ledning ikke er optaget paa et andet Sted i Stationen, samt at stille Forbindelse imellem sine egne Abonnenter og enhver af alle de øvrige. For at muliggøre dette, maa der for hver Abonnent føres tre Traade ind til hvert af Centralapparaterne i Salen. Dette medfører et stort Forbrug af isoleret Kobbertraad, af hvilken der saaledes findes en sammenlagt Længde af over 500 danske Mil. Fig. 81 viser Telefontaarnet, hvorfra alle de overjordiske Ledninger udstraalet.

LYS.

Almindeligt Lys og Varme. Næsten alt Slags Lys har sin Oprindelse fra noget varmt. I hvert Fald vil en Ting altid komme til at lyse, naar den bliver tilstrækkelig opvarmet. Kakkellovnen, der varmes op, eller en Metalstang, der stikkes ind i Ilden, begynder ikke straks at lyse; men naar den har naaet op til ca. 500 Grader, begynder den at »gløde«. Den lyser nu først rødtligt, men alt som den varmes mere og mere op, bliver den stærkere lysende, og Lyset bliver mere og mere hvidligt. Saaledes gaar det med alle mulige faste og flydende Legemer, men ikke med Luftarter. Luft kan være opvarmet til flere Tusinde Grader, og den lyser dog ikke synderligt. Enhver kender en Spritflamme. Den er meget varm; men den udsender kun et yderst svagt Skær; thi det Stof, som udgør Flammen, er kun Luftarter. Stikker man derimod en Staaltraad eller Platintraad ind i Flammen, saa at den omtrent faar Flammens Varmegrad, bliver Traaden stærkt glødende og udsender kraftigt Lys.

Paa denne Egenskab ved varme Legemer bero alle vore sædvanlige Lyskilder.

Den simpleste og oprindeligste i sin Anvendelse men

ikke den simpleste i Forstaaelse er den Lysfrembringelse, man faar ved en almindelig Ild: i Halm, Papir, Træ, Olie, Tælle, Stearin o.l. At disse Ting kunne brænde, vil sige, at de kunne indgaa en Forbindelse med Luften, eller rettere med den Del af Luften, som kaldes Ilt, og som under almindelige Forhold er sammenblandet med den øvrige Luft, der for største Delen bestaar af Kvælstof. Ilten er ikke meget mere end $\frac{1}{5}$ af den hele Luft.

Denne Ilt har en Tilbøjelighed til at indgaa Forbindelse med hine »brændbare« Stoffer. Dog ytrer Tilbøjeligheden sig først, naar de blive tilstrækkelig opvarmede, hvad man kalder, at de »antændes«; men er først Antændelsen sket, foregaar Forbindelsen saa livlig, at den selv tilvejebringer den fornødne Varme til at antænde de ny Dele af det brændbare Stof.

De ovennævnte Ting brænde som bekendt med Flamme, det vil sige, der staar ligesom en Kappe af Lys omkring og navnlig op fra det brændende Legeme. Heden gør nemlig dette eller en Del af det luftagtigt. Det luftagtige Stof er nu meget brændbart, brænder og danner Flammen, som ofte lyser stærkere end de glødende faste Dele, ja ved Lys og Lamper næsten er det eneste, der lyser. Nu blev der ganske vist ovenfor sagt, at luftagtige Legemer ikke lyse synderligt, selv om de ere meget varme. Men Sagen er den, at idet det luftagtige Legeme skal brænde, kunne ikke alle dets Dele blive tilstrækkelig forsynede med Ilt straks. Nogle af dem tage da — saa at sige — først for sig af Retterne, skille sig fra deres hidtidige Kammerater og forene sig med Ilten under Frembringelse af høj Varme. Men de ene ladte Dele ere just fine, fine Kuldele, som foreløbig ingen Ilt kunne finde at slaa sig paa. De forblive derfor endnu en lille Tid ene som fine Kuldele, umaadelig smaa faste Legemer; thi det bare Kul kan ikke være luftagtigt. Da imidlertid

dette Kulstøv befinder sig midt i brændende Luftarter uden endnu selv at brænde, blive de glødende og udsende Lys, og det er dette, der gør Flammen lysende.

Det er helt interessant at betragte et brændende Stearinlys og lægge Mærke til alt, hvad der foregaar. Vi ville begynde nedenfra og gaa opefter, den samme Vej, som Stearinens Smaadele alle vandre.

Den brændende Flamme ovenover straalersaa megen Varme ned paa det faste Stearin, at det øverste Lag smelter. Det smeltede Stearin suges gennem Vægen højere op mod Flammen. Her oppe er der varmere endnu, hvorfor Stearinen fordamper. Læg en Gang Mærke til den nederste og inderste Del af Flammen (Fig. 82, 1); den er næsten usynlig. Den bestaar af den fordampede Stearin, som endnu ikke rigtig er begyndt at brænde. Naar man borttager Stearinpletter af Tøj ved at holde en brændende Tændstik ovenover, sker dette væsentlig derved, at Stearinen fordamper,

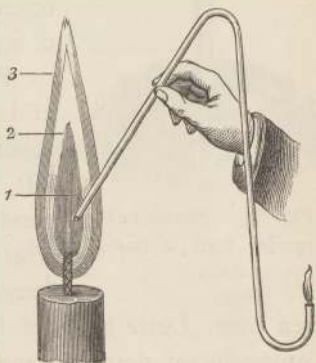


Fig. 82. Et brændende Stearinlys.

medens dog ogsaa noget af den trækker dybere ind i Tøjet. Holdes Enden af et Glasrør, som Fig. 82 viser, i den nævnte Del af Flammen, gaar Stearindampen eller »Gassen« igennem Røret og kan tændes som et lille Gasblus ved den anden Rørende.

Længere ude og højere oppe, hvor der er mere Iltluft, Fig. 82, 2, er det, at Kuldele udskilles af de øvrige brændende Dele, gløde og give et kraftigt Lys. Stikker man paa dette Sted et Stykke Porcelæn eller et

andet koldt Legeme ind i Flammen, bliver det øjeblikkelig belagt med Kønrøg, fine Kuldele.

Alleryderst og navnlig i Flammens Spids, Fig. 82, 3, er der tilstrækkelig Ilt, ogsaa til Kuldelene. Her brænde disse sammen med Ilten, og Forbindelsen er luftagtig. Der er derfor særdeles varmt, mest varmt i Flammens øverste Ende, men den lyser ikke videre.

Noget lignende foregaar med Olielamper og Petroleumslamper. Ogsaa her er en Væge, som leder Vædsken op. Den allerede tilstedeværende Flamme fordamper Vædsken, og Dampene brænde saa ligesom Stearindampene o. s. v.



Fig. 83. Petroleumslamper med Flammedeler.

For at faa bedst mulig Lysvirkning af Lampen gælder det imidlertid om at skaffe en passende Tilførsel af Iltluft. Inden man sætter Lampeglasset paa en Petroleumslampe, lyser den som bekendt ikke godt; dens Lys er tilmed rødtligt, og Flam-

men os. Dette hidrører fra en mangelfuld Ilttilførsel. Er Lampeglasset derimod rigtig anbragt, vil den varme Luft, der tilvejebringer en livlig Luftstrømning ligesom i en anden Skorsten, tilføre Flammen tilbørlig Ilt. Dennes Varmegrad bliver højere, Kulstøvet i Flammen bliver hvidglødende, lyser godt og bliver højere oppe helt forbrændt, saa Lampen os ikke, — dog, hvis Vægen skrues for højt op, saa at der fordamper mere Olie eller Petroleum, end der kan fuldstændig forbrænde med den tilstedeværende Ilttilførsel, begynder Lampen ogsaa da at ose. Ligeledes bliver Flammen paa et Stearinlys klarere, naar man sætter et Lampeglas om den.

En Lampe kan imidlertid ogsaa laves saaledes, at Ilten for hurtig og let skaffes til alle Dampene, saa at

Kuldelene selv forbrænde uden at have være ret længe glødende. En saadan Lampe varmer godt (egner sig til et Kogeapparat), men den lyser mindre godt. — Det er Lampefabrikantens Kunst at konstruere en Lampe saaledes, at Dampene faa en passende Udbredning (ved en Flammedeler Fig. 83), og at Luften tilføres i passende

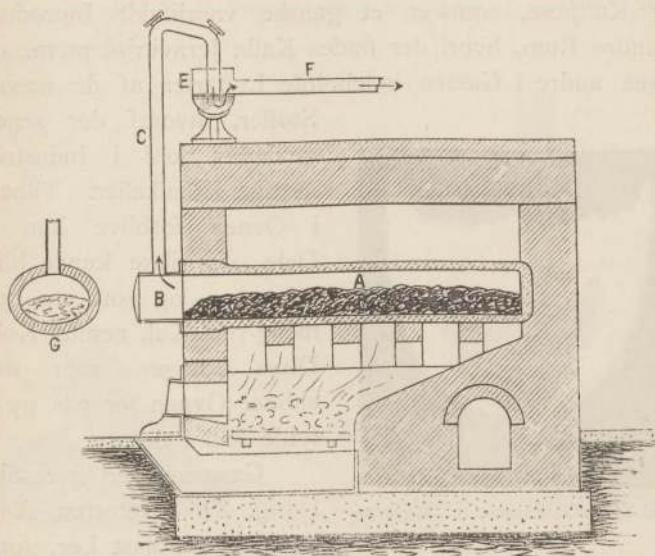


Fig. 84. En Gasovn.

Mængde, hverken for lidt eller for meget, saa et stort Stykke af Flammen indeholder hvidglødende Kuldele.

Gasbelysning. Den nævnte Egenskab ved de brændbare Stoffer og navnlig samme Egenskab ved Stenkul, at de kunne, i alt Fald delvis, bringes i luftagtig Tilstand, benytter man til Gasfabrikation. Denne blev først studeret af Engelskmanden Murdoch ved Forsøg i Aarene 1792—96; men den udviklede og udbredte sig hurtigt over hele den dannede Verden.

Kullene, hvoraf Gassen skal uddrives, anbringes i en lang, smal Ovn (Retort) af Ler eller Støbejern, der omhyggelig lukkes. Uden om denne fyres der f. Eks. med Koks. Naar Kullene inden i Ovnen saaledes opvarmes, afgive de Gassen, der gennem Rør ledes hen i Gasbeholderen. Paa Vejen derhen gaar den dog gennem forskellige Rum for at renses. I et Svalerum afsætter der sig Kultjære, som er et ganske værdifuldt Biprodukt. I andre Rum, hvori der findes Kalk, Jernvitriol m. m., optages andre i Gassen indeholdte Luftarter af de nævnte

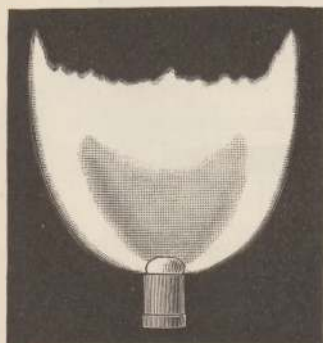


Fig. 85. Gasflamme i Bladform.

Stoffer, hvoraf der senere udvindes flere i Industrien nyttige Kemikalier. Tilbage i Ovnen forblive kun de Dele, der ikke kunne blive luftagtige, og som ere temmelig rent Kul, nemlig Koks. Disse udtages, naar man aabner Ovnen for paa ny at fylde Kul i den.

Gasovnen er fremstillet i Fig. 84. Retorten A er dannet af ildfast Ler, foran lukket med en Slags Hætte af Støbejern. Nedenunder den ses Fyrstedet. Kullene ligge i Retorten 3—6 Timer efter deres Beskaffenhed; de udviklede Luftarter ledes bort gennem Røret C, som ender i en lukket Vandbeholder E, hvorfra de føres videre igennem F. Vandlaasen E forhindrer Gassen fra at strømme tilbage, naar Retorten aabnes ved ny Paafyldning af Kul. G er et Tværnsnit gennem Retorten.

I den nyere Tid, især ved smaa Gasanlæg, bruger man ofte andre Stoffer end Stenkul til Gasfabrikation, saasom Træ, Tørv, Petroleumsaffald o. s. v.

Den almindelige Brænder til Gasbelysning har gerne en smal, spalteagtig Aabning, hvorved Flammen faar et bladagtigt Udseende (Fig. 85); Lysvirkningen foregaar her paa ganske lignende Maade som ovenfor beskrevet ved Stearinlyset. Den nederste Del af Flammen, hvor Forbrændingen endnu er ubetydelig, er ikke videre lysende. Saa kommer den store lysende Del, hvor Kulstøv udskilles og glødes, og øverst den fuldt forbrændte Del, som er varmest, men ikke lysende.

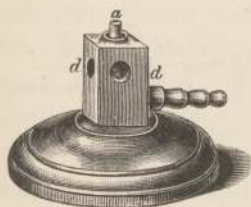


Fig. 86 a.

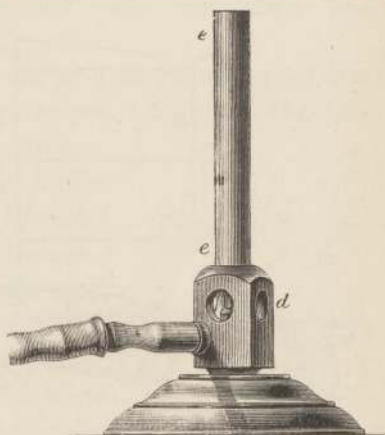


Fig. 86 b.

En Bunsenbrænder.

Naar det netop er Hensigten at frembringe Varme, kan dette ske i højere Grad ved at blande tilstrækkelig Luft i Gassen, inden den brænder. En Brænder, hvori dette sker, er opfundet af den udmærkede tyske Kemiker og Fysiker R. W. Bunsen (f. 1811). Et vandret lille Rør leder Gassen ind i Foden, hvor Røret bøjer opefter, men straks ender, Fig. 86 a, omgivet af et videre Rør d d med nogle smaa Huller. Gennem disse kommer Luften ind og blander sig med Gassen paa Vejen gennem Røret e,

Fig. 86 b. Tændes Strømmen ved e's øverste Ende, har man en meget hed Flamme, men den lyser næsten ikke, thi Kuldelene forbrænde aldeles. Den egner sig derimod til at koge og stege ved, til at smelte Metaller og tilvejebringe andre Virkninger, der kræve megen Varme.

I den nyere Tid er der bleven gjort mange betydelige Fremskridt paa Lysteknikkens Omraade. Hertil hører ogsaa de saakaldte Gasglødebrændere. De forstaas let af det foregaaende. Naar man nemlig i den sidst beskrevne

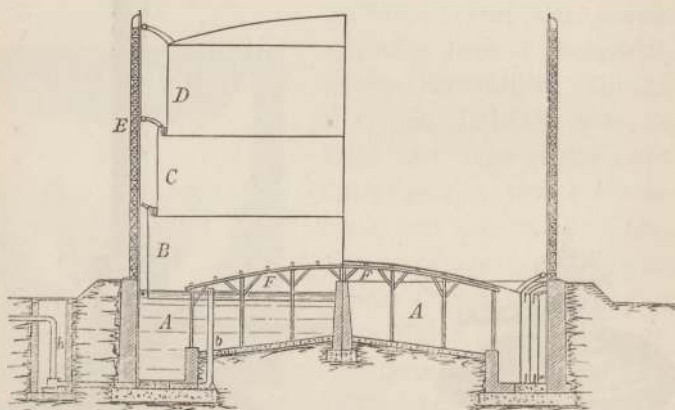


Fig. 87. Den store Gasbeholder paa Kjøbenhavns Østre Gasværk.

varme Flamme anbringer et fast Legeme, der ikke smelter eller fordamper ved denne høje Varmegrad, bliver det hvidglødende og udsender et kraftigt Lys. Da et Legemes Lysvirkning stiger i høj Grad med dets Varmegrad, opnaar man her, ligesom i det hele taget ved Lysfrembringelse, den største Økonomi, det vil sige kraftigt Lys med mindst Forbrug, naar man kan drive Varmegraden op og dog have et fast Legeme, der kan taale Varmegraden. — Det Legeme, man nu anbringer i Gasvarmefflammen, er strikket af Traade ligesom en Fingertut

paa en Vante og dernæst dyppet i en Vælling af visse kalkartige Jordarter (Zircon, Lanthan o. fl.) og tørret. Den anbringes paa en Holder saaledes, at Flammen staar op i Tutten. Temmelig hurtig brænder saa den Traad, der oprindeligt dannede Tutten, bort, hvorimod der bliver et Slags uforbrændeligt Askeskelet af hine Jordarter tilbage. Dette taaler ikke megen Overlast uden at smuldre i Stykker; men med varlig Behandling kan det holde sig længe, udsende et meget kraftigt Lys og er, som sagt, betydelig mere økonomisk end den sædvanlige Gasbrænders Lys.

Gasbeholdere. Naar man er i Nærheden af et Gasværk, falder navnlig Gasbeholderne i Øjnene. Da Gasforbruget er størst om Aftenen, medens Gasfabrikationen i Reglen foregaar jævnt hele Døgnet igennem, maa man kunne opsamle Gassen i Beholdere, hvorfra den atter strømmer ud i Gasledningerne. En Gasbeholder er fremstillet i Fig. 87. Den bestaar af en i Jorden nedsænket Vandbeholder AA, hvis Bund er støbt i Cement. Paa den svømmer en stor klokkeformet Jernbeholder B C D, der hæver sig, naar Gassen ledes ind, og sænkes, naar den strømmer ud. Dertil tjene Rørene a og b Fig. 87 og 88.

Mindre Gasbeholdere bestaa af en enkelt Klokke, men de større ere sammensatte af flere Stykker. Fig. 87 forestiller den største Gasbeholder i Danmark; den findes paa Østre Gasværk ved Kjøbenhavn. Den er sammensat af 3 Stykker, Trapper kalder man dem. I Fig. 87 til venstre ser man Gasbeholderen fyldt; man ser, at Sammenføjningen er bevirket derved, at den nederste Del af en af Trapperne, f. Eks. C, er bøjet opad, saaledes at der fremkommer en cirkelrund, med Vand fyldt Rende; deri dyppes nu den



Fig. 88. Ind- (a) og Udløberingen (b) af Gas i Gasometret.

nedadbøjede øverste Rand af B. Til venstre ser man Gasbeholderen tom. For at forhindre, at Vinden skal gøre Gasbeholderen Skade, er der til B, C og D befæstet Stænger, som ende med Hjul, der kunne bevæges op og ned ad en Støtte E, dannet af Jernstænger; af saadanne findes der flere rundt omkring Beholderen. Træstilladset F F tjener til at bære Klokken, naar den er tom.

Denne Beholder kan optage næsten 2 Millioner Kubikfod Gas. I London findes en endnu større Gasbeholder, den kan optage 12 Millioner Kubikfod Gas; den har en Diameter af 300 Fod, den har 6 Udtræk eller Trapper og er omtrent 180 Fod høj.

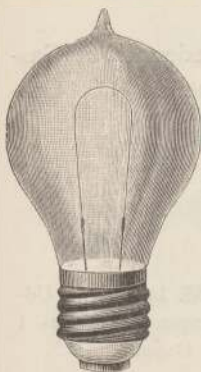


Fig. 89. En Glødelampe.

Elektriske Glødelamper. Ogsaa ved den elektriske Strøm kan man frembringe Lys. I Praksis gøres dette paa to væsentlig forskellige Maader: Glødelampen og Buelampen.

Naar den elektriske Strøm ledes igennem en Metaltraad, bliver denne opvarmet. Dette kan gaa saa vidt, at Traaden kommer til at gløde, ja hvidgløde, smelte eller fordampe. Man behøvede altsaa kun at tilpasse en Metaltraad saaledes, at den blev opvarmet til Hvidglødhede ved den elektriske Strøm, som stod til Raadighed, og man havde da en Glødelampe. Traaden vilde imidlertid ikke holde sig længe imod Luftens Indvirkning, og det var derfor først, efter at Amerikaneren Edison (f. 1847) fik indført en Kultraad, anbragt i et lufttomt Rum, at disse Lamper toge Opsving, udbredte sig med en rivende Fart overalt i Verden og sælges nu for en billig Pris.

At forfærdige en Traad af Kul kunde synes næsten ugørligt; men det foregaar temmelig let derved, at man

tager en Traad af Hør eller en fin Strimmel, skaaren ud af Karton, eller en Fiber af et Spanskrør e. a., bøjer den, som den skal være, bringer den ind i et lufttomt Rum og varmer den op, saa at den forkuller, idet (ligesom i Gasretorten) de Stoffer uddrives, som kunne fordampe, og selve Kullet bliver tilbage i Form af en Traad. Traaden anbringes i en hul Glaspære, idet dens Ender ere fæstede

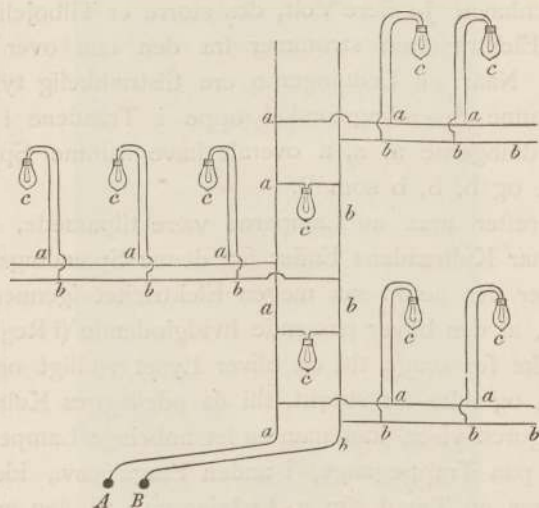


Fig. 90. Elektriske Ledningstraade i et Hus.

til et Par Metaltraade, der rage ud gennem Glasset. Pumpes Luften ud af Pæren og lukkes denne, har man en elektrisk Glødelampe (Fig. 89), som i vor Tid gaar i Handelen til billig Pris.

Ved et elektrisk Lysanlæg gaar der to tykke Kobbertraade A og B (Fig. 90) fra Lysstationen (Dynamoen eller Akkumulatoren) isolerede gennem Gaderne, oftest i et Rør under Brolægningen. Fra hver af disse gaar en Kobbertraad op i Husene og fra hver af de sidste Traade en

Kobbertraad ud i hver Etage. Det er nu Stationens Sag at passe, at der altid er samme elektriske Spændingsforskel mellem A og B. Dette er noget ganske tilsvarende paa Elektricitetens Omraade, som det er paa Varmens, at to Kobberstænger altid have samme Varmeforskel; men medens denne sidste angives i Grader, angives den elektriske Spændingsforskel i Volt, f. Eks. 110 Volt, en Spænding, som ofte bruges ved elektriske Lysanlæg, f. Eks. i Kjøbenhavn. Jo flere Volt, des større er Tilbøjeligheden til, at Elektriciteten strømmer fra den ene over i den anden. Naar nu Ledningerne ere tilstrækkelig tykke, er der samme Spændingsforskel oppe i Traadene i Huset, idet Ledningerne a, a, a overalt have samme Spænding som A, og b, b, b som B.

Herefter maa nu Lamperne være tilpassede, det vil sige, naar Kultraadens Ender faa denne Spændingsforskel, strømmer der netop saa megen Elektricitet igennem Kultraaden, at den bliver passende hvidglødende (i Reglen lidt gul); ikke for svagt, thi da bliver Lyset rødligt og uøkonomisk, og ikke for stærkt, thi da ødelægges Kultraaden. Som Figuren viser, kan man nu let anbringe Lamper i 1ste Etage, paa Trappegange, i anden Etage osv., idet man blot fører en Traad fra a-Ledningerne til den ene Kultraadende og fra b-Ledningen til den anden. Disse Ledninger blive en Gang for alle fast anbragte, og Lampen c er da indrettet saaledes, at den kun behøver at skrues ind i Lampeholderen, saa ere de nævnte Forbindelser i Orden.

Buelamper. Det elektriske Buelys er langt ældre. Det blev først opdaget af den store engelske Kemiker H. Davy (1778—1829). Naar to elektriske Ledninger med fornøden Spændingsforskel ende i to Kulpinde og disse sættes i Berøring med hinanden, opstaar der, idet de atter fjernes en Smule fra hinanden, et tindrende Lys i Berørings-

stedet. Øjet taaler ikke at betragte Lyset; men ser man nøjere til igennem mørkladent Glas, ser man, at Berøringsstederne ere hvidglødende, og en Lysbue forbinder dem. Deraf Navnet Buelys. Fjernes Kulpindene mere, vokser Lysbuen i Længde, men brister til sidst, og man faar



Fig. 91. Det elektriske Buelys.

ikke Lyset i Stand igen, før man fører Kulpindene helt sammen og atter trækker dem lidt fra hinanden. Buen er dannet af løsrevne og brændende Kuldele, og den danner en Bro for Elektriciteten. Brister Broen først, gaar der ingen Elektricitet over, før den dannes paa ny.

Fig. 91 viser Buelysets Udseende, den positive Pol er foroven, den negative forneden. Den første er, som man ser, langt stærkere lysende end den anden; naar det derfor gælder om at kaste Lyset nedad, som ved Gadebelysning anbringes den altid øverst.

Buelyset minder i Glans om Solen. Paa Grund af dets rene Hvidhed, dets høje Varmegrad, er det særdeles økonomisk. Det leverer sikkert af alle Lysgivere den største Lysvirkning med et givet Forbrug. Men selve Lampen er mere indviklet og langt dyrere end den elektriske Glødelampe.

De to Kul kunne nemlig ikke anbringes i en fast Stilling, da der stadig tæres af dem ved Lysbuen. Afstanden mellem Kullene vilde derfor blive for stor og Buen briste, dersom Kullene ikke under Brugen stadig blev førte lige saa meget hen imod hinanden som det Stykke, der fortæres af dem. Dette sker ved et lille selvvirkende Maskineri i Lampens øverste Del, som gennemstrømmes af Elektriciteten, og som af sig selv nærmer Kullene til hinanden, naar Buen bliver længere og Overgangen for Elektriciteten altsaa vanskeligere.

Den elektriske Buelampe egner sig især under store Forhold: til Oplysning af Jernbanehaller, Dampskibsbroer, Torve, brede Gader o.l. Det er tillige en hensigtsmæssig Belysning, hvor man udfører saadanne Arbejder, som har med forskellige Farver at gøre. Disse ses nemlig i denne Belysning omtrent som i Sollys (Dagslys).

Magniumsls. Hvor det gælder om at skaffe et meget stærkt hvidt Lys, som ikke behøver at vare længe, bruger man ofte at brænde Magniumstraad. Magnium er et Metal, der ligner Zink; men det har den Egenskab, at naar det tændes, brænder det livligt med et særdels kraftigt Lys. Man bruger det derfor undertiden til Be-

lysning af Personer eller Lokalteter, som derved kunne fotograferes. Man har ogsaa konstrueret en Lampe, som paa en jævn Maade fører Magniumstraaden frem til Forbrænding; men Magniumsbelysning er overordentlig kostbar.

»Kalklys«. Hvor det gælder om en længere varende kraftig Belysning, f. Eks. til Fremvisning af Lysbilleder, bruger man stundom det saakaldte Kalklys (Drummondske Lys). Naar de to Luftarter, Brint og Ilt, strømme ud ad samme Aabning og tændes, brænde de sammen med en Flamme, som ikke lyser videre, men som er flere Tusinde Grader varm. Et Legeme, der kan taale denne Varme, bliver hvidglødende i Flammen og udsender et meget stærkt Lys. Man har hertil tidligere brugt et Stykke Kalk. Deraf Lysets Navn. Brinten kan udvindes ved visse kemiske Processer (f. Eks. ved at hælde fortyndet Svovlsyre paa Jern), og Ilten ved andre. Men denne Belysning, frembragt paa den nævnte Maade, er noget besværlig og forholdsvis kostbar at frembringe.

Lettere og billigere er det, naar man fremstiller Brinten og Ilten ved at lade Elektriciteten strømme igennem Vand. Vandet bestaar nemlig netop af Brint og Ilt, og naar man sænker to Metalplader med en elektrisk Spændingsforskel paa et Par Volt i Vand (hvori lidt Svovlsyre eller lidt Natron), skilles noget af Vandet ad, og Brinten udskilles ved den ene Plade, Ilten ved den anden, som Luftarter, der hver paa sit Sted bobler op af Vandet. Naar der paa hvert af disse Steder befinder sig en Klokke, vil Brinten opsamles i den ene og Ilten i den anden. Herfra kunne Luftarterne gaa igennem to Rør hen i to Gasbeholdere. Brintens Beholder skal være dobbelt saa stor som Iltens, da Brinten fylder dobbelt saa meget som Ilten. Saaledes udnyttes Vindkraften i Askov.

Gennem Rørledninger for Brinten og for Ilten ledes Luftarterne hen til Belysningsstedet. Lampen består væsentlig af et fint opadrettet Straalerør C (Fig. 92), hvis Hul kun er paa Størrelse med en Knappenaal; Luftarterne komme ind gennem Rørene A og B, deres Hastighed reguleres ved Skrueene a og b; de blandes kun nogle faa Tommer før Udstømningen i det lille Rum E paa Størrelse med en Nød. Blandingen kaldes Knaldluft. Naar den lille Straale er tændt, ses den kun som en svagt

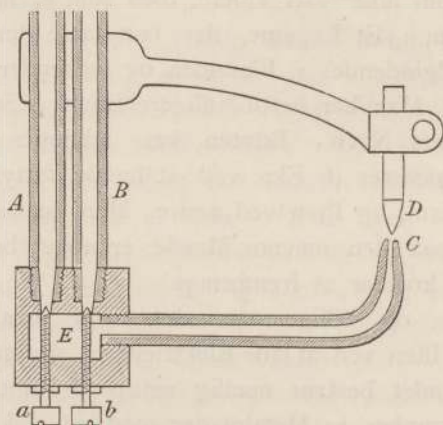


Fig. 92. En Knaldluftlampe, saaledes som den bruges i Askov.

lysende Flamme, der rager op af Straalerøret som en Knappenaalspids, men som sagt af en særdeles høj Varmegrad.

Da Kalk ikke ret længe er holdbart over for denne Varme, bruges hertil et mere ildfast Legeme af Zircon m. m. paa Størrelse med en Ært. Dette er fæstet paa Enden af en Lerpind, hvortil det kan klæbes ved at smelte Lerpinden lidt i samme Flamme. Naar dette lille Legeme bliver anbragt ovenfra ned i den lille Flamme, udsender det et meget stærkt og ganske ensartet Lys, adskilligt

hvidere end den elektriske Glødelampes, men dog ikke maaneskinshvidt som Buelampens.

Lysets Styrke. Naar man fjerner sig fra et Lys, bliver dets Lysvirkning mindre og mindre. I hvilket Forhold det aftager, kan indses paa følgende Maade: Fig. 93 viser, at det Lys, som falder paa 1 □ Fod, vilde i dobbelt saa stor Afstand blive fordelt paa 4 □ Fod, i 3 Gange saa stor Afstand paa 9 □ Fod o. s. v. Siger man nu, at Belysningen paa den første □ Fod er 1, bliver Belysningen i den dobbelte Afstand $\frac{1}{4}$, i den tre-dobbelte $\frac{1}{9}$, i den firdobbelte $\frac{1}{16}$ o. s. v.

Man kan nu maale en Lysgivers Lysstyrke paa følgende Maade. Man sætter et tændt Stearinlys i en Alens Afstand fra en hvid Væg. Den Lampe, hvis Styrke man vil maale, sættes omtrent i samme Retning ud fra Væggen, dog ikke nøjagtig i samme Retning. Holder man nu en Bly-

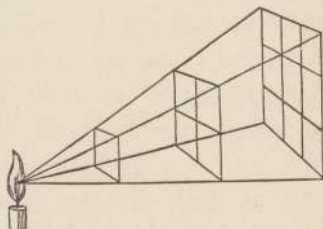


Fig. 93. Lyset aftager med Afstanden.

ant tæt ved Væggen, vil den kaste to Skygger, en for hver Lysgiver, den stærkeste Skygge for den Lysgiver, der lyser stærkest paa Væggen. Er det Lampen, rykker man denne længere bort; er det Lyset, rykker man Lampen tættere til, indtil de to Skygger ere nøjagtig lige stærke. Man maaler da Lampens Afstand fra Væggen. Hvis denne f. Eks. er 5 Alen, maa Lampen lyse 25 Gange saa stærkt som Lyset; thi den lyser jo 25 Gange saa lidt, som den vilde lyse i 1 Alens Afstand, og i denne Afstand staar Lyset. Man siger da, at Lampen har en Lysstyrke paa 25 Normallys. Til fine Maalinger maa Normallyset være lavet efter bestemte Forskrifter; til

dagligdags Maalinger kan man bruge almindelige lange Stearinlys af dem til 6 paa Pundet.

Hvilken umaadelig Lyskilde Solen er, kan man faa en Forestilling om ved at betænke, at den i sin store Afstand af 20,000,000 Mil lyser 5—6000 Gange saa stærkt, som et Normallys i 1 Fods Afstand.



SPEJLE.

Almindelige Spejle. Man ser ofte en blank Flade »spejle« Genstande. Saaledes virker stille staaende Vand som et Spejl, især naar dets Bund er saa svagt belyst, at denne ikke skinner igennem, saasom i en Brønd, og ligeledes, naar Vandfladen betragtes meget skraat, f. Eks. en stille Sø, der spejler et Landskab, Fig. 94.

Kunstige Spejle forfærdigedes tidligere ved at slibe et fladt Stykke Metal blankt. Man ofrede endog Sølv, ja Guld, herpaa, da disse »ædle« Metaller ikke let anløbe, men holde sig blanke. — I Nutiden forfærdiger man udmærkede Spejle, som tillige ere billige og holdbare, ved at lade et Tinblad (Stanniol) blive gennemtrukket af Kvægsølv, trykke Glas imod Kvægsølvtinnet, saa at dette klæber fast ved Glasset, og dernæst tørre det. Den Side af Kvægsølvtinnet, som vender imod Glasset, forener sin Metalglans med Glassets Glathed, og det danner derfor en udmærket smuk Spejlflade, set fra Glassiden. I de senere Aar er det blevet almindeligt at danne Spejle ved ad kemisk Vej at afsætte et ganske tyndt Lag Sølv paa Spejlglas.

Selve Glassets yderste Flade spejler imidlertid ogsaa, om end mindre stærkt, og man ser derfor stundom to

Spejlbilleder tæt ved hinanden, et, hidrørende fra Kvægsølvtnifladen ved Glassets Inderside, og et, hidrørende fra Glassets Yderside. Dette kan virke forstyrrende, men be-



Fig. 94. En spejlende Vandflade.

mærkes dog væsentlig kun, naar et kraftigt Lys spejler sig skraat.

I flade (plane) Spejle, saavel naturlige som kunstige, ser man et Billede af Tingene i deres naturlige Form og Størrelse lige saa langt inde bag ved Spejlfladen, som Tingene ere udenfor, og man ser Billedet nøjagtig lige (vinkelret) indenfor. Dog bliver Billedet paa en Maade omvendt: ses en Person i et Vægspejl, bliver højre til venstre og venstre til højre; ses et Landskab i en Sø, ser man Billedet vendt paa Hovedet.

Et saadant Billede kaldes symmetrisk med Tingen. Det svarer til denne, ligesom en Venstrehaand svarer til en Højrehaand. Rækker man sin højre Haand hen imod et Spejl, ser man straks, at den ikke vilde kunne give sit Spejlbillede Haanden.

Naar vi ellers se en Ting, plejer Lyset fra dennes forskellige Punkter at gaa i lige Retninger ind i Øjet. Disse Linier, hvorefter Lyset forplanter sig, kaldes Lys-

straaler; og vi ere saa vante til, at Lysstraalerne ere rette Linier, og at Tingene ere i den Retning, hvori deres Lys trænger ind i Øjet, at vi blive skuffede, naar Lyset ved en og anden Lejlighed gaar en anden Vej.

Dette er just Tilfældet ved Spejling. Tingen befinder sig jo aabenbart ikke der, hvor vi bilde os ind at se den. Lyset har ikke engang været derhenne (inde bag ved Spejlet); det har kun været henne ved Spejlet og er vendt tilbage derfra i saadanne Retninger, som om det kom fra de nævnte Punkter inde bag Spejlet.

Fig. 95, viser en Spejlflade, og d er et Punkt a en Ting uden for Spejlet. Man vil da se dets Spejlbillede inde i Spejlet ved q , hvor saa siden Øjet befinder sig, ved A eller ved B . Lyset maa altsaa være gaaet Vejen d a A , naar man bilder sig ind, at den har været q a A , og d b B , naar

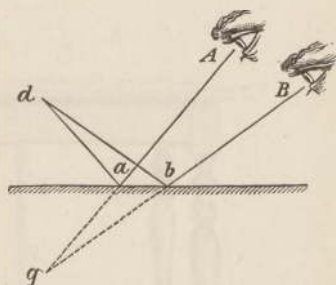


Fig. 95. Loven for Spejling.

man bilder sig ind, at den er q b B . Man siger, at Lysstraalen kastes tilbage fra Spejlet, og da det indbildte Punkt q er lige saa dybt indenfor, som d er udenfor, skønner man, at a A gaar lige saa stejlt udad, som d a gik indad, og ligeledes har d b og b B samme Hældning. Man siger, at Indfaldsvinkel og Udfaldsvinkel ere lige store.

Da Spejlbilledet vel er en nøjagtig Gengivelse af Tingen, men dog symmetrisk, bliver Skrift eller Bogtryk ulæselig i et Spejl. Naar man derimod skriver bagvendt, viser dette sig retvendt i Spejlet, saa som

Spejlskrift

Spejle bruges bl. a. til at vise et Billede af noget, man fra sit Standpunkt ellers ikke kunde komme til at se, f. Eks. et Billede af een selv, eller f. Eks. som Gadespejlet, der er stillet paa skraa uden for Vinduet og viser Gaden set paa langs, medens man ellers fra Stuen kun kan se den paa tværs, eller Halsspejlet, der kan stilles paa skraa inde i Svælget og viser, hvorledes der ser ud nede i Halsen.

Spejle bruges endvidere til at frembringe en tilsyne-



Fig. 96. »Det talende Hoved«.

ladende Udvidelse af Rum, et Udstillingsvindue, en Stue eller en Gang. Er nemlig hele Bagvæggen en Spejlplade, synes Rummet at gentage sig lige saa stort indefter. Naar almindelige Stuespejle ikke pleje at skuffe os, er det, fordi de angive sig selv som Spejle ved at være anbragte i Ramme, og vi nu en Gang ere fortrolige med at se Rummet fordoble sig inde i saadant et Spejl. — Tilsigter man derimod netop Skuffelse, udelader man Rammen.

Saaledes bruges Spejlet hyppigt af Taskenspillere. Som Eksempel herpaa kan nævnes »det talende Hoved«,

Fig. 96. Midt under en Bordplade paa 4 Ben er anbragt et Spejlglass S uden Ramme. Tilskuerne se da kun Bordets 2 forreste Ben, men mene tillige at se de bageste, nemlig Forbenenes Spejlbilleder. De mene endvidere at se Gulvet forlænge sig hen under Bordet, medens de i Virkeligheden kun se Gulvet til midt under Bordet og dernæst Gulvets Spejlbillede som Fortsættelse af Gulvfladen. De kunne derfor ikke tænke sig, at der under Bordet knæler en Person (bag ved Spejlet) rede til at

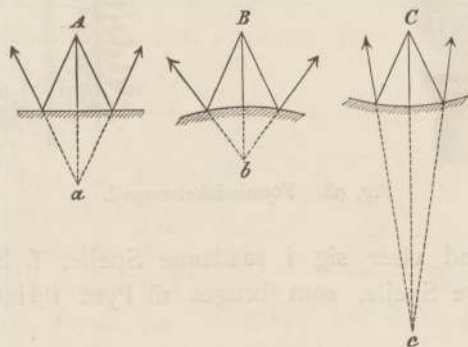


Fig. 97. Fladt, hvælvet og hult Spejl.

stikke Hovedet op gennem Bordpladen, medens Taskenspilleren, som har sat en tom Kasse paa Bordet, holder en Tale, hvorefter han aftager Kassens store Overdel.

Krumme Spejle. Naar Spejlfladen ikke er flad, men enten hvælvet (konveks) eller hul (konkav), ville de tilbagekastede Straaler ikke synes at komme fra et Punkt, der netop er lige saa langt indenfor, som det lysende Punkt er udenfor; men ved hvælvede Spejle ville de synes at komme fra et Punkt nærmere ved Spejlfladen og ved hule fra et Punkt fjernere bag Spejlfladen. I Fig. 97 ses, hvorledes A spejler sig i et fladt Spejl som a, B i et

hvælvet Spejl som b, nærmere ved Spejlfladen, og C i et hult Spejl som c fjernere derfra. Tænker man sig blot det første Spejl bøjet, hvælvet eller hult, forandres Lysstraalernes Retning som angivet.

Det er nu ikke vanskeligt at forstaa, hvorledes en

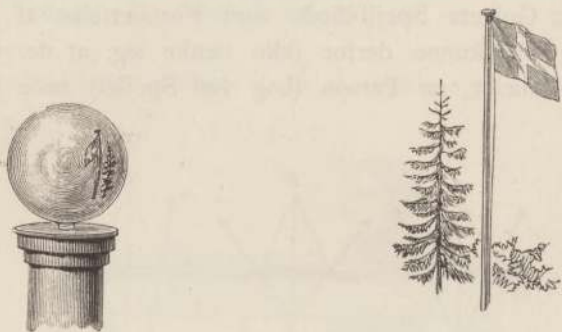


Fig. 98. Formindskelsesspejl.

hel Genstand viser sig i saadanne Spejle, f. Eks. i de kugleformige Spejle, som bruges til Pynt i Haver. Da



Fig. 99. Forstørrelsesspejl.

nemlig hvert Punkt af Tingen spejler sig nærmere ved Overfladen, faar man Indtryk af et formindsket Billede nær ved denne (Fig. 98); og ligeledes faar man i et Hulspejl Indtryk af et forstørret Billede fjernere fra Spejlfladen (Fig. 99).

Dette bliver dog i Hulspejlet væsentlig forandret, naar Lyspunktet selv er længere borte fra Spejlet.

Hvis Lyspunktet L blot er halvvejs ude ved Centrum C for Kuglefladen (Fig. 100), ville de Straaler, som herfra træffe Spejlet, kastes tilbage i parallelle Retninger S S. Omvendt ville Straaler S S, som komme parallelt ind i Spejlet, samles i Punktet L. Er det Solstraaler, ville de tilvejebringe en stærk Opvarmning i L, ja, kunne tænde Fyrsvamp o. l. L kaldes derfor Brændpunktet.

Anbringes derimod et Lys eller en Lampe i Brændpunktet, f. Eks. om Natten, ville alle de Straaler, som træffe Spejlet, udsendes parallelle og altsaa ikke spredes. Lyset kan da gaa en lang Vej

uden at svækkes saa meget, som hvis det udsaaledes fra et Lys ligeligt i alle mulige Retninger. Saadanne Belysningsspejle bruges ved Fyr, Havne, foran paa Lokomotiver og lignende

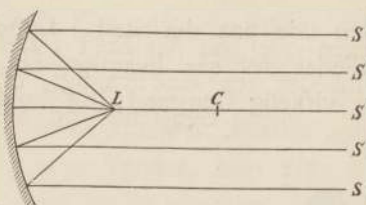


Fig. 100. Et Hulspejls Brændpunkt.

Steder, hvor det gælder om at lyse kraftigt langt bort. Man kan sige, at et saadant Fyr sender i en enkelt Retning ud over Havet det Lys, der, hvis det havde fortsat sin Vej fra Lysgiveren uforandret, vilde være gaaet ind over Land og op imod Himlen og ned imod Jorden.

Men Straalebundtet gaar kun ud i en enkelt Retning, nemlig en Retning, der er modsat den, hvori Spejlet staar. Nu er det imidlertid ofte indrettet saaledes, at Lys (Lampe) og Spejl kunne drejes rundt om en fælles Akse, og Spejlets Straalebundt vil da saa at sige feje Synskredsen rundt. Fra et Skib ude i denne vil man saa se et kraftigt Lysblink, i det Øjeblik, da Straalebundtet rammer dette, men ellers intet eller kun et svagt Lys (Blinkfyr). Med lig-

nende Spejle (Reflektorer) oplyse Krigsskibe og Forter Havfladen for at faa Øje paa og tage Sigte paa fjendtlige Skibe.

Er Lyspunktet L (Fig. 101) uden for Brændpunktet B, bliver Lyset samlet i et andet Punkt S; og omvendt ville Lysstraler fra S samles i L — det ene uden for Centrum, det andet inden for.

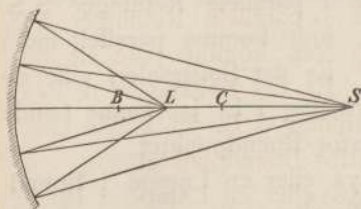


Fig. 101. Lyspunkt og Samlingspunkt ved Hulspejlet.

Herved kan der af et Hulspejl dannes et mærkeligt Slags Billeder, som ikke ses inde i Spejlet,

men ude paa det Sted i Luften, hvor Straalerne samles. Billedet ses saa livagtigt, at man let kan tage det for en virkelig Genstand; og holder man et Papir paa det

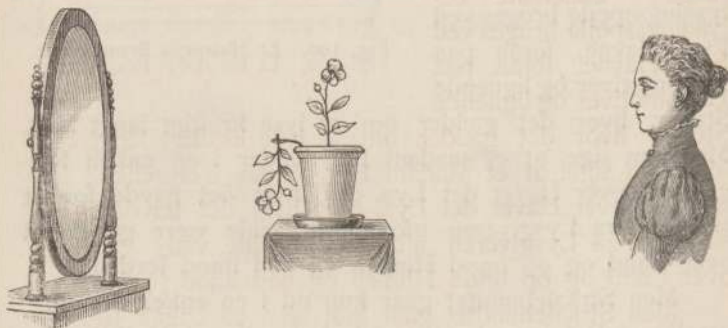


Fig. 102. Et skuffende Billede, dannet af et Hulspejl.

Sted, hvor det dannes, ses Billedet paa dette Papir. Billedet er omvendt; thi Straaler, der komme fra et højtliggende Punkt, samles paa et dybtliggende og omvendt. Fig. 102 viser, hvorledes en Blomst, der er hængt op ved

Stilken bag ved en tom Urtepotte frembringer et Spejlbillede, der viser Blomsten opret staaende i Urtepotten.

Er Spejlfladen ikke lige krum i alle Retninger — ingen Kugleflade —, saasom blanke Flader paa Themaskiner, bliver Billedet ikke lige formindsket eller forstørret paa alle Led, og viser sig derfor som en Karikatur.

Luftspejling. Der er andet, der kan spejle end de almindelige Spejlflader, især naar Lyset træffer strejfende. Man tage et Glas halvt fyldt med Vand og sætte det paa

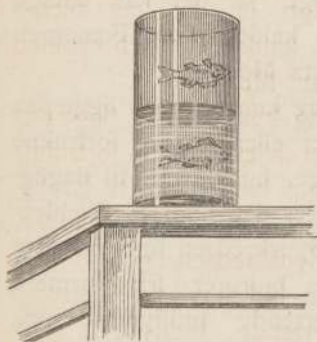


Fig. 103. Fuldstændig Spejling i den nedad vendte Side af en Vandflade.

Randen af et Bord. Paa Bagsiden af Glasset, men lavere end Vandspejlet, klæber man et Billede af et eller andet, f. Eks. af en Fisk; man holde Øjet lavere end Vandspejlet. Da ser man ikke alene ligefrem Billedet igennem Vandet, men man ser det spejle sig oppe i Vandfladen, saa at der synes at være et omvendt Billede lige saa højt over Vandfladen, som det virkelige er derunder. Det er Grænsen

imellem Vand og Luft, der virker spejlende. Men ogsaa Grænsen mellem kold Luft og varm Luft kan virke spejlende paa ganske tilsvarende Maade, naar blot Lyset kommer tilstrækkelig strøjfende. Den kolde Luft er vægtigere end den varme og vil derfor stræbe at komme nederst. Et Forsøg med kold og varm Luft i et Glas vil imidlertid næppe falde heldigt ud; thi Grænsefladen vil vanskeligt her kunne blive et tilstrækkelig nøjagtigt Plan; men i den fri Natur kan et saadant Tilfælde undertiden indtræde i meget stille Vejr. Saaledes kan det hænde

ved en Kyst en Sommerformiddag, at Havet og den Luft, som nærmest hviler over dette, er kølig, men at Luften inde over Land er bleven varmere, og at den ganske lempelig er flydt ud over den koldere Luft over Havet, ligesom Olie flyder hen over Vandet. Hvis der nu ligger en Ø ude i Havet, kan det hælde, at man ikke alene ser den lige igennem den kølige Havluft, men at man ogsaa ser den spejle sig oppe i den varmere Luft, der ligger ovenover. Den vil da der oppe vise sig omvendt, *c:* med Bygninger og Træer nedad vendt. Er Grænsefladen ikke helt plan, bliver Billedet uregelmæssigt, ja, det kan antage meget fantastiske Former. Man kalder dette Fænomen Luftspejlinger, Hildringer eller Fata Morgana.

De varmere og koldere Luftlag kunne ogsaa ligge paa andre Maader og give andre mer eller mindre fortrukne Billeder. At se dem regelmæssige, hører ikke til dagligdags Begivenheder. Derimod hører det ikke til Sjældenhederne paa Heden, at man ser Synskredsen ligesom sitre og bølge, noget, der ligeledes hidrører fra varmere og koldere Luftmassers forstyrrende Indflydelse paa Lysets Gang. Her, men især i Ørkener, kan Solens Opvarmning af Jordoverfladen og dermed af den nedre Luft ofte frembringe sære Billeder, som for en levende Fantasi kunne give Anledning til mangehaande Vildfarelser, saasom indbildte Oaser for den tørstige Vandrør.

SEMIDLER.

Lysbrydning. Ved visse Lejligheder synes Lyset at komme fra et andet Sted, end det i Virkeligheden kommer fra, nemlig naar Lysstraalen paa en eller anden Maade har faaet en Bøjning eller et Knæk, saaledes som ved Spejling.

Ligeledes kan Lyset faa en anden Retning, naar det trænger fra Luften ind i Vand eller Glas. Gaar Lyset lige lodret ind i dette, forandres dets Retning ikke; men kommer det skraat, vil det inde i Vandet eller Glasset faa en stejlere Retning i Forhold til Overfladen. Er f. Eks. Straalens Retning i Luften $A O$ (Fig. 104), bliver den i Vandet eller Glasset ikke $O b$, men den stejlere $O B$, dog endnu stejlere i Glas end i Vand. Man siger at Straalen bliver brudt.

Det er nu en almen Egenskab ved Lyset, at det i modsat Retning følger selv samme Vej. Altsaa vil en Lysstraale $B O$ (Fig. 104), som trænger fra Vand op i Luften, ikke fortsætte som $O a$, men brydes til $O A$, saa at den bliver mindre stejl. Er der en Ting ved B og et Øje ved A , faar dette Straalen ind i Retningen $O A$, og man bilder sig da ind, at Lyset kommer fra b , som er højere end B . Derfor synes en Sten eller en Mønt nede i Vand højere,

end den er; og Enden af en Stok lige saa, saa at en Stok, der staar skraat ned i Vand, ser ud, som om den var knækket.

Et trekantet Glas eller et Glas med to Overflader, der ere skraa imod hinanden, et saakaldet Prisme, Fig. 105, bryder ogsaa Lyset paa en Maade, som nu let forstaas. Lysstraalen $A O$ maa ved sin Indtrædelse i Glasset faa en stejlere Retning, $O P$, i Forhold til Fladen $K O$, men $O P$ maa atter ved sin Udtrædelse af den anden Flade faa en mindre stejl Retning, nemlig $P B$ i Forhold til Fladen

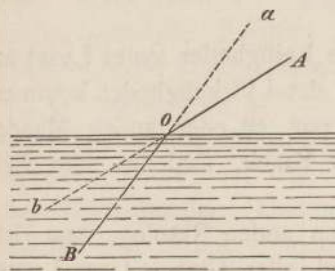


Fig. 104. En Straale brydes i Vandfladen.

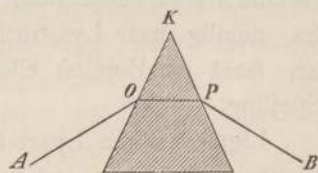


Fig. 105. En Straale brydes i et Glasprisme.

KP . K (hvor de to Flader støde sammen) kalder man Prismets brydende Kant, og Reglen bliver altsaa, at en Lysstraale brydes bort fra Prismets brydende Kant: B er fjernere fra K , end B vilde have været, dersom $A O$ havde fortsat i uforandret Retning.

Naar dette erindres, vil man let forstaa Lysets Gang i det følgende.

Linser. Et Brændglas er et hvælvet Glas, tykkere paa Midten end ved Randene. Det kan samle Solens Straaler paa en lille Plet (Fig. 106), hvor der tilvejebringes saa høj en Varme, at f. Eks. Fyrsvamp tændes. — Det samme kan for Resten gøres med en Linse af Is, uden at denne smelter.

Bruger man i Stedet for Solen et nærmere Lys, vil ogsaa dettes Straaler samles af samme Linse, men længere borte fra Linsen, idet kun den Straale, der træffer Linsens Midte, gaar retliniet videre, medens alle de andre bøjes

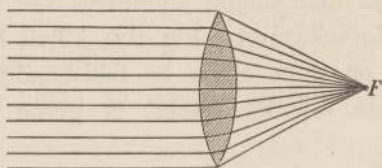


Fig. 106. Et Brændglas.

hen imod hin. En saadan Linse (Samlelinsen Fig. 107) kan derfor danne et Billede af en Ting (Fig. 108). De Lysstraaler

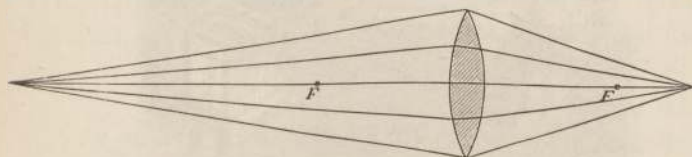


Fig. 107. En Samlelinse.

nemlig, som fra A træffe Linsen, ville samles i a, fra B i b; og hvert Punkt af Tingen AB vil ligeledes belyse

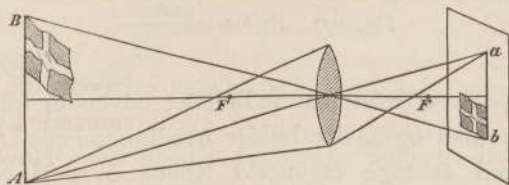


Fig. 108. Samlelinsen, der viser et omvendt Billede.

et tilsvarende Punkt, saa at der dannes et Billede a b i en bestemt Afstand. Billedet bliver naturligvis omvendt; thi et lavt Punkt A belyser et højt Punkt a. Befinder Øjet sig længere borte fra Linsen end der, hvor Billedet dannes,

ser man dette svæve frit i Luften. Anbringer man derimod et Papirblad paa det Sted, hvor Billedet dannes, ser man Billedet paa selve Papiret, vel at mærke, dersom dette ikke tillige er belyst af uvedkommende Lys. For at undgaa dette maa man hindre alt Sidelys ved at danne et lukket Rum, »Mørkekamret«, Fig. 109, i hvis ene Væg Linsen anbringes, og som ellers er fuldstændig lystæt. Bagvæggen, hvorpaa Billedet dannes, er gerne gennem-



Fig. 109. Et Mørkekammer.

skinnelig, saa at man kan se Billedet udvendig fra — dog kun, naar man ogsaa der holder uvedkommende Lys borte, f. Eks. ved at tage et mørkt Klæde over Hovedet og Mørkekamret, saaledes som Fotografen plejer at gøre det.

For at Billedet skal være skarpt, er det nødvendigt, at Bagvæggen er stillet nøjagtig i den rette Afstand fra Linsen; men denne Afstand er des større, jo nærmere Tingen er ved Mørkekamret.

Man kan let selv danne sig dette underholdende og belærende Apparat ved at forskaffe sig et simpelt Brændglas og anbringe det i Væggen af en passende Kasse, helst naar denne bestaar af to Dele, Kasse og Laag, der kunne skydes mere eller mindre ind i hinanden. Disse anbringes, som Fig. 110 viser, Linsen sættes i Laaget, der vender til venstre, og i Bunden lige over for skæres et stort Hul, der igen afspærres med tyndt Papir, hvorpaa Billedet dannes. Man kan betragte det udvendig fra (med Klædet over Hovedet).



Fig. 110. et hjemmelavet Mørkekammer.

Vort Øje er et Mørkekammer, Fig.

III. Det er næsten kugleformigt og derfor let bevægeligt i sit Leje. Dets Væg er en stærk hvid Hinde (Sene-

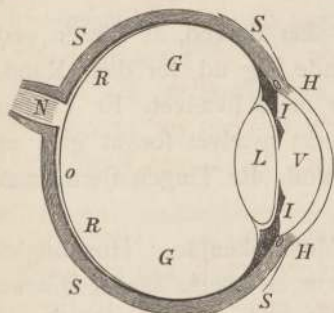


Fig. 111. Øjet.

hinden S S), men paa Forsiden vandklar (Hornhinden H H). Det er fyldt af en geleagtig klar Vædske og har et linseformet klart Legeme L, som i Forening med Hornhinden danner et Billede paa Øjets Baggrund R R. Denne er beklædt med et sort Lag (Aarehinden) og denne atter med en fin Hinde (Nethinden), hvori Synsnerven N forgrener sine Traade. Billedet, der dannes

paa Nethinden, er omvendt ligesom i et andet Mørkekammer; men at vi alligevel opfatte Tingen ret, er ganske naturligt, naar man betænker, at Nervetraadene foroven melde til Bevidstheden, naar de rammes af Lysstraaler, og Bevidstheden slutter heraf, at der er en Ting forneden, som sender sit Lys skraat opad. Dette

lærer Erfaring os. Det er dette, Barnet lærer, naar det lærer at skønne.

Paa Linsens Forside er der en Hinde (Regnbuehinden II) med et rundt Hul i Midten (Pupillen). Denne har den Egenskab, at den i Lys snævrer sig sammen, saa at der kommer mindre Lys igennem, og Billedet paa Baggrunden bliver lyssvagere. I Mørke udvider den sig, og Billedet bliver kraftigere. Kommer man pludselig fra Mørke til Lys, er Pupillen for stor, og Lyset gør ondt i Øjnene. Kommer man pludselig fra Lys til Mørke, er Pupillen for lille, og det varer noget, inden man kan se.

Ligesom Mørkekamret (Fig. 110) maa tilpasses efter de Tings Afstand, som skulle give skarpe Billeder paa Bagvæggen, saaledes maa ogsaa Øjet tilpasses, efter som Tingen er nær eller fjern. Ser jeg paa en Ting $\frac{1}{2}$ Alen fra Øjet, blive alle fjernere Ting kun taagede. Ser jeg paa disse, bliver hin taaget.

Men Tilpasningen af Øjet sker derved, at Linsen ved nogle smaa Muskler, der befinde sig ud for dens Rand, strammes mere flad eller bliver mere hvælvet. Er Tingen nær ved, maa Linsen gøres stærkt hvælvet for at give et skarpt Billede paa Øjets Baggrund. Er Tingen fjern, maa Linsen være fladere.

Der er nu Forskel paa Menneskeøjne. Hos nogle, især unge Mennesker, er Hvælvingen stærk, saa at Øjnene let tilpasses til at se nære Ting, men ikke let til fjerne Ting. Øjet kaldes da nærsynet, og, naar det skal se paa Afstand, trænger det til Brillen, der ere tyndere paa Midten end ved Randen (konkave), og som derfor modvirke Øjnenes egen for stærke Hvælvetthed. Hos andre, især ældre Folk, er Hvælvingen for ringe. De kunne nok se i Afstand (langsynede), men deres Øjne kunne ikke tilpasses til at se nær ved. De behøve da til det

sidste Brillen, der ere tykkere paa Midten end ved Randen (konvekse).

Men ikke alene et Gammelmandsøje, ogsaa ethvert andet, ja selv et nærsynet, maa have Tingen bort fra Øjet i en vis Afstand, for at Tingen skal kunne ses tydeligt, om end denne Afstand, den tydelige Synsvidde, er forskellig for forskellige Øjne. Vil man altsaa i Øjet have et stort Indtryk af en Ting, hvad der vilde kunne opnaas ved at føre den ganske tæt til Øjet, vil den ikke ses tydeligt, med mindre man skyder en stærkt konveks Linse imellem; men en saadan, Fig. 112, hjælper Øjet at

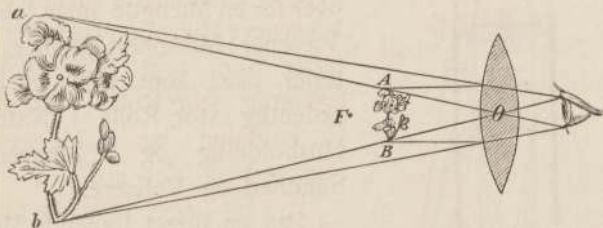


Fig. 112. Forstørrelsesglasset.

bryde Straalerne, saa at Straalerne fra A komme ind i Øjet, som om de kom fra a, og Straalerne fra B, som om de kom fra b, altsaa som om de kom fra en Ting, der var længere borte og større. En saadan Linse kaldes et Forstørrelsesglas eller en Lupe. I Mangel af denne kan man nogenlunde bruge en Glasperle, eller man kan med en tyk Strikkepind stikke et rundt Hul i et Blad, dyppe en Finger i Vand og sætte en Draabe i Hullet.

Mikroskop og Kikkert. Et mere kraftigt virkende Mikroskop er indrettet, som Fig. 113 viser. Først danner en lille Samlelinse L et større Billede af A B, nemlig C D, som befinder sig frit i Luften, ligesom ved Fig. 108. Dernæst betragter man gennem Forstørrelsesglasset M dette Bil-

lede CD og faar deraf Indtrykket, som om Tingen var EF , der er endnu større. Linserne L og M befinde sig i et Rør for at holde Sidelys borte, og dette Rør saavel som den lille Ting $A B$ anbringes paa et passende Stativ. Kraftigt Lys maa falde paa Tingen eller sendes nedenunder igennem den, hvad man mest bruger, fordi de mikroskopiske Ting gerne ere delvis gennemsigtige.

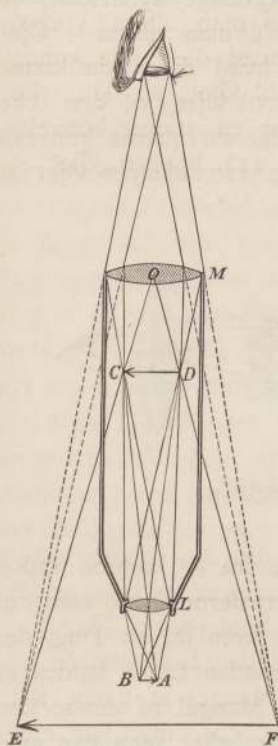


Fig. 113. Mikroskopet.

Mikroskopet er især i den nyeste Tid blevet af stor Betydning over for en Mængde smaa levende Væsener: Mikrober, Baciller, Bakterier osv., som spille en overordentlig stor Rolle i Naturens Husholdning og i Menneskets Sundhed og Velvære.

Paa en noget lignende Maade kan man danne en Kikkert til Forstørrelse af fjerne Ting af to Samlelinser. Men her er den Linse L , Fig. 114, som er vendt mod Tingen AB , (og som kaldes Objektivet) meget større. Den danner da ogsaa inde i Kikkerten et omvendt Billede CD , og dette betragtes igennem Linse M som Forstørrelsesglas, Okularet. Paa det Sted i Kikkerten, hvor Billedet dannes, kan man have et Traadkors eller et andet fint Maaleapparat, der ses forstørret samtidig med Billedet, og som kan tjene som Mærke eller Maal for Billedet.

Denne Kikkert, den astronomiske, tjener især til at

forstørre Himmellegerne. I den ser man paa Maanen en Mangfoldighed af Enkeltheder, som ikke kunne skelnes med det blotte Øje, navnlig Bjerge, især ringformige (Kratere), som kaste Skygge, idet de belyses af Solen.

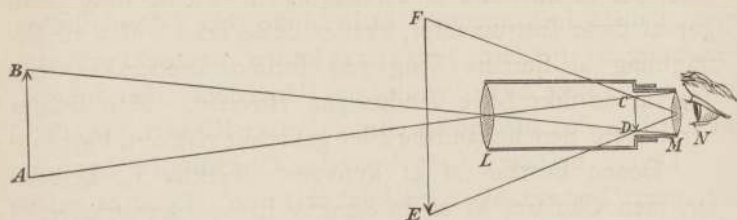


Fig. 114. Den astronomiske Kikkert.

Fiksstjernerne vise sig selv i de bedste Kikkerter, ikke forstørrede, men kun som tindrende Prikker paa Grund af

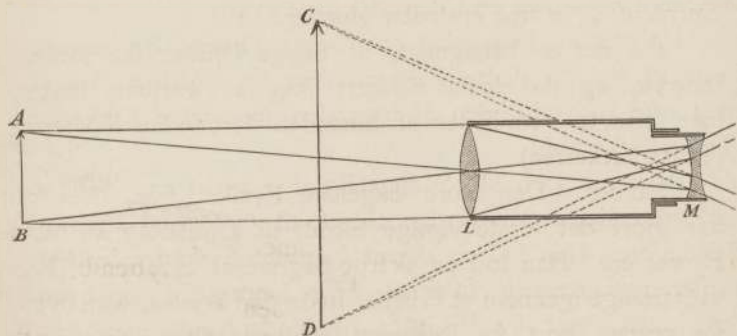


Fig. 115. Den almindelige Kikkert

deres umaadelige Afstand. Derimod opdages flere og flere, jo bedre Kikkert der bruges. Medens man med blotte Øjne, selv under gunstige Forhold, ikke kan se mere end ca. 5000 paa hele Himlen, kan der i de bedste Kikkerter ses ca. 100 Millioner, og paa mangt et Sted paa Himlen, hvor Øjet slet ingen Ting ser, viser Kikkerten

ofte en Mængde Stjerner. Særlig opløser Mælkevejen sig i et sandt Mylder af Stjerner.

Baade Mikroskopet, Fig. 113, og den astronomiske Kikkert, Fig. 114, have den Egenskab at vise Øjet et Billede, der er omvendt af Virkeligheden. Til de Brug, man gør af disse Instrumenter, skader dette ikke. Men til Betragtning af fjernere Ting paa Jorden foretrækker man dog, at de ikke blive vendte paa Hovedet. Man bruger her hellere den hollandske eller galileiske Kikkert, Fig. 115.

Denne bestaar af et konvekst Objektiv L, ligesom før, men Okularet M er en konkav Linse. Lysstraalernes Gang er angivet paa Figuren, som viser, at de Straaler, der udgaa fra A, brydes paa saadan Maade i de to Linser, at de komme ind i Øjet (til højre for M), som om de kom fra C. Ligeledes brydes Straalerne fra B, som om de kom fra D. Man tror da at se Tingen CD baade nærmere og større end den virkelige AB.

Da det er behageligt, at begge Øjnene faa samme Indtryk, og da denne Kikkert ikke er kostbar, bruger man ofte to ved Siden af hinanden forbundne Kikkerter (Teaterkikkerten).

Farver. Den store engelske Fysiker Isaac Newton har gjort det første vigtige Skridt til Opklaring af, hvad Farver ere. Han lod en skarpt begrænset Solstraale (Fig. 116) trænge igennem et Prisme, hvori den brydes, som ovenfor omtalt, bort fra Prismets brydende Kant, men naar den nu længere inde i den i øvrigt mørke Stue opfanges paa et Papirsblad, viser der sig ikke en hvid Plet, men et langt, farvet Billede, i den ene Ende rødt, dernæst orange, gult, grønt, blaat og i den anden Ende violet. Ved forskellige Fremgangsmaader fandt og paaviste Newton, at Forklaringen heraf er denne: at Sollyset eller Dagslyset, som vi kalde hvidt, i Virkeligheden bestaar af en Samling af alle de nævnte Farvestraaler, og at disse ikke

brydes lige stærkt i Glasprismet, men de røde mindst og de violette mest. Derfor gaa de hver sine Veje, falde hver paa sit Sted af Papirsbladet og farve det hver med sin ejendommelige Farve. At denne Forklaring er rigtig, paaviste Newton bl. a. ved at samle alle disse Farvestraaler igen med en Samlelinse; de give da en hvid (farveløs) Plet.

Det er ikke alene denne tilvante Blanding af alle Farvearter i Sollyset, som vi kalde hvidt. En Blanding af færre, men rigtigt valgte Farvearter kan ogsaa paa Øjet

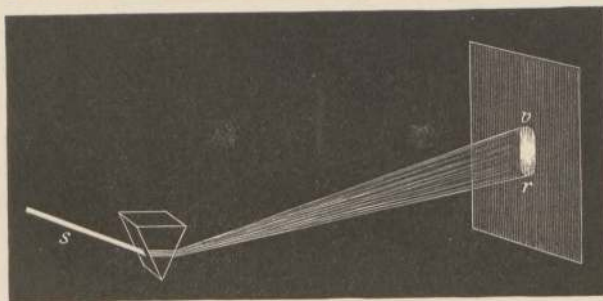


Fig. 116. Det hvide Lys oplyses i sine Farvearter.

gøre et Indtryk, vi kalde hvidt, saasom rødt, gult og blaat eller rødt og grønt. Farver, der saaledes kunne udfylde hinanden til hvidt, kaldes Udfyldningsfarver, og man har bemærket, at vi finde et vist Behag i at se disse Farver ved Siden af hinanden.

Man vil nu ogsaa forstaa, hvad det vil sige, at en Ting er hvid, en anden rød, en tredie blaa osv. Naar Tingen nemlig er oplyst af Sollys eller Dagslys, og den da tilbagekaster alle Farvearter ligeligt, saa kalder man den hvid. Tilbagekaster den fortrinsvis de røde Farvestraaler, kalder man den rød osv. Kaster den ingen eller næsten ingen Faverstraaler tilbage, kalder man den

sort; er der dog en Smule af de blaa Straaler, der kastes tilbage, kaldes den mørkeblaa (f. Eks. mørkeblaat Klæde) osv.

Da Glas altsaa behandler de forskellige Farvestraaler forskelligt, vil en Samlelinse samle dem ulige stærkt, saa at de violette Straaler, der brydes stærkest, samles nærmere ved Linsen end de røde, som brydes mindre. Dette er en Ulempe, thi paa det Sted, hvor de violette Straaler give et skarpt Billede, ville de røde ikke endnu være

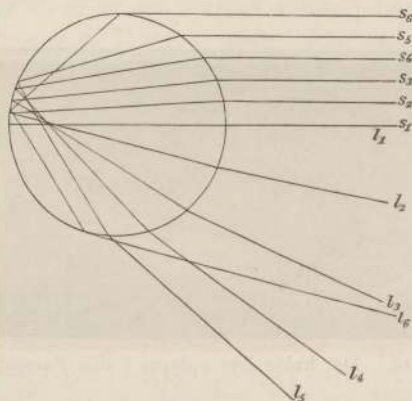


Fig 117. Solstraalers Gang i en Vanddraabe.

samlede til et saadant; og hvor de røde ere samlede, ere de violette atter spredte noget. Herpaa kan der dog til Dels raades Bod ved at slibe Linser af forskellige Glasarter og sammensætte disse paa bestemte Maader, men det naas kun nogenlunde tilfredsstillende ved stor Omhu i Glassets Støbning og Slibning; og saadanne Linser til store Kikkerter ere derfor umaadelig kostbare.

Regnbuen. De smukke Farver, som vise sig ved Lysets Gennemgang gennem et Prisme, ere vel kendte fra de kantede Glas paa Lysekroner o. l. Man kalder

dem gerne Regnbuefarver i rigtig Opfattelse af, at hine Farver ere de samme, som kendes fra Regnbuen. Dette smukke Fænomen hidrører fra Solstraalernes Gang i en Regndraabe; vi ville derfor først nærmere betragte denne.

De Solstraaler $s_1 s_2 s_3 s_4 s_5 s_6$, som falde ind i en Regndraabe (Fig. 117 viser kun de Straaler, der falde ind i den øverste Halvkugle), brydes først ved Indtrædelsen, dog s_1 ikke, men s_6 mest. Draabens Baggrund kaster dem tilbage, og ved deres Udtrædelse igen af Draaben lide de atter en Brydning. Naar man nu følger Linierne paa Figuren, vil man se, at medens Straalerne kom parallelle ind i Draaben, gaa de spredte ud af den, dog saaledes, at ikke den yderste, s_6 , kommer yderst ud, men den brydes saa stærkt, at den kommer ud som l_6 . Der vil derimod være nogle Straaler, $s_4 s_5$, der ere yderst blandt de udtrædende, $l_4 l_5$; og en nøjere Undersøgelse viser, at her ved den yderste Grænse $l_4 l_5$, hvortil Straalerne naa, kommer der en større Mængde Straaler; her spredes de mindre end de, der fordele sig i hele Rummet mellem s_1 og l_4 .

Det yderste og tillige det stærkeste Straalebundt fjerner sig omtrent 42° fra Midterstraalen, dog lidt mindre for de violette end for de røde Straalers Vedkommende paa Grund af hines stærkere Brydning ved Ind- og Udtrædelsen af Draaben.

Naar nu Solen skinner ind i en Mængde Regndraaber, kommer en hel Del af Straalerne mer eller mindre skraat tilbage. Paa Fig. 118 falde Solstraalerne sssss ind i Draaber, der befinde sig i forskellige Højder. Ved hver af disse Draaber ere de tilbagekastede spredte Straaler antydede, og man ser, at naar Øjet tænkes i o, vil ingen Straale fra den øverste Draabe naa Øjet; fra den næstøverste ville netop de kraftige Straaler l_5 træffe os; fra de lavere Draaber ville nok nogle Straaler træffe, men

dog kun de mere spredte og derfor svagere Straaler l_3 , l_2 og l_1 . Ligesom Grænsestraalerne l_5 (fra den næstøverste) naa Øjet, saaledes ogsaa de kraftige Grænsestraaler fra Draaber overalt i den punkterede Bue, derimod ingen Straaler fra Draaber, der ere uden for denne, men nogle Straaler fra alle Draaber inden for denne Bue. Men i selve denne Bue er Lyset kraftigt, og da Grænsen for de yderste røde Straaler i Fig. 117 faldt yderligere end

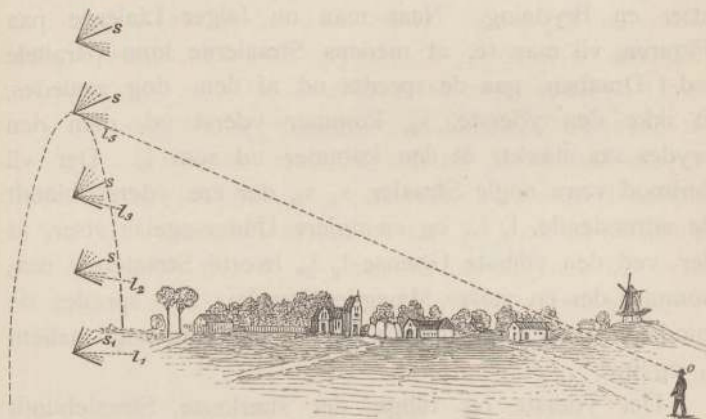


Fig. 118. Regnbuen.

Grænsen for de violette, vil ogsaa her i Buen det røde Lys være yderst.

Regnbuen ses i Almindelighed kun, naar Solen staar nogenlunde lavt paa Himlen; thi dersom Solen er højere end 42° , vil hele Bundtet af tilbagekastede Straaler gaa mere eller mindre stejlt opad og ingen gaa saa lavt, at de kunne træffe et Øje paa Jorden. Er man derimod selv højt oppe (i en Luftballon eller i et Taarn, vil man ogsaa en Sommermiddag kunne se en Regnbue, men neden for sig, i Fald der er Draaber i rigtig Stilling i Forhold til Solen. Man vil af Fig. 118 kunne se, at Regnbuen altid

er at søge saaledes, at naar man vender Ryggen til Solen, vil Skyggen af vort eget Hoved danne Centrum i Regnbuen, og at Buen selv er 42° borte fra Centrum.

Undertiden ser man en anden Regnbue uden om den første, nemlig i 52° Graders Afstand fra Centrum, og som har Farverne i omvendt Orden. Den hidrører fra Straaler, der inde i Draaben ere blevne tilbagekastede 2 Gange. Saadanne Straaler spredes ud i alle mulige Retninger undtagen i Retning tilbage mod Solen eller dens Nærhed. Der er ogsaa her en Grænse, som falder omtrent 52° borte fra Solen, og ogsaa her falder der et tættere Bundt af Straaler. Man vil tillige bemærke, at Mellemrummet mellem de to Buer er mindre lyst, end der er inden for den inderste, hvor enkelt tilbagekastede Straaler gøre lyst, og uden for den yderste, hvor dobbelt tilbagekastede Straaler lyse op.

ASTRONOMISKE OBSERVATORIER.

Ældre Observatorier. Danmark har Æren af at spille en Hovedrolle i de astronomiske Observatoriers og Instrumenters Historie. Det var Tycho Brahe (1546—1601), der her gik i Spidsen. Udrustet med grundig Indsigt i Astronomiens Behov, med mekanisk Snille og med rigelige Midler, der for en stor Del ydedes ham af Frederik den Anden, byggede han paa Hven det stolte Uranienborg (Fig. 119) og det halvt underjordiske, men ikke mindre vigtige Stjerneborg (Fig. 120), et Ord, der egentlig burde have faaet Indfødsret i det danske Sprog som almindelig Betegnelse for det, vi nu med et fremmed Ord kalde Observatorium, d. e. Iagttagelsesrum. Dette prægtige danske Hjem for Stjerneforskningen kom til langt at overstraale Oldtidens berømte Observatorium i Alexandrien, Kinesernes, Arabernes og Persernes Observatorier samt Middelalderens europæiske Observatorier. Her var det nemlig, at Tycho Brahe, assisteret af talrige Disciple, med de efter hans Angivelser forfærdigede Instrumenter (Kikkerten var endnu ikke opfundet) i 21 Aar, 1576—1596, foretog Iagttagelser, der langt overgik alle tidligere Iagttagelser i Nøjagtighed

og gjorde det muligt for hans tyske Discipel Kepler noget efter hans Død at finde Planeternes sande Bevægelser.

Tycho Brahe forlod 1597 dybt krænket sit Fædreland for 4 Aar efter at dø i fremmed Land, og Uranienborg sank mærkværdig hurtig i Grus, saa hurtig, at den franske Astronom Picard, der i 1671 besøgte Hven, knap kunde

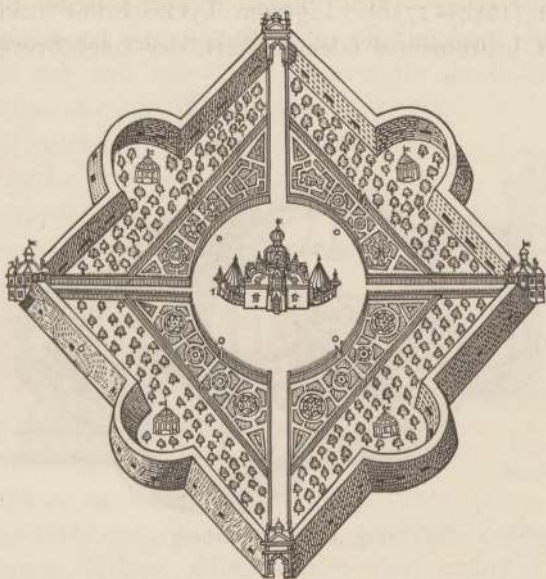


Fig. 119. Uranienborg.

finde Stedet, hvor det havde staaet. Men tilskyndet af Tycho Brahes ypperste danske Discipel, Longomontanus, lod Kristian den Fjerde opføre et nyt dansk Hjem for Astronomien, Rundetaarn, Fig. 121. Det fuldendtes i 1656 og var, næst efter Observatoriet i Leyden, det første faste Stats- eller Universitets-Observatorium, idet de store Observatorier i Paris og Greenwich (London) først oprettedes i 1667 og 1675.

Imidlertid var Kikkerten bleven opfundet i Begyndelsen af det 17de Aarhundrede, og det var da naturligt at anbringe den paa de astronomiske Maaleinstrumenter i Stedet for de tidligere Sigterør (Dioptre). Lige saa naturligt var det, at Anbringelsen af Kikkerten maatte føre til hensigtsmæssigere Former for selve Instrumenterne, og atter her var det nu Danmark, der gik i Spidsen gennem Ole Rømer (1644—1710). Ligesom Tycho Brahe havde forfærdiget Instrumenter uden Kikkert, der langt overgik tid-

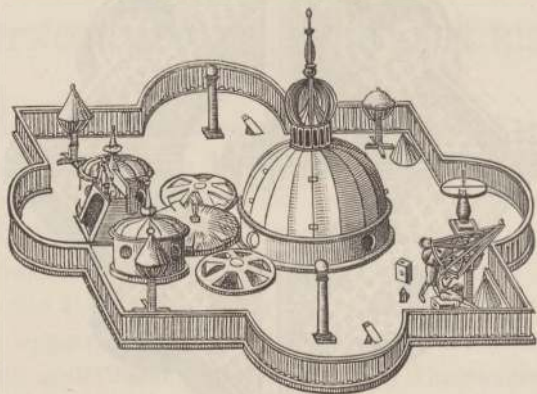


Fig. 120. Stjerneborg.

ligere Tidens Instrumenter, saaledes opfandt nu Ole Rømer Instrumenter med Kikkert, der vare saa hensigtsmæssige, at de endnu den Dag i Dag danne Observatoriernes Hovedinstrumenter. Dette gælder navnlig om Meridian-Kredsen (om hvilken senere). Med dette af ham opfundne Instrument iagttog Ole Rømer Fiksstjernernes Steder med en hidtil ukendt Nøjagtighed. Og ligesom Tycho Brahes Observationer af Planeterne havde været saa nøjagtige, at de havde ført til Opdagelsen af Planeterne sande Bevægelser, saaledes vare nu Ole Rømers

Iagttagelser af Fiksstjernerne de første, der vare nøjagtige nok til at kunne lægges til Grund for Undersøgelser om deres Smaabevægelser. Des værre gik næsten alle hans Observationer tabte ved den store Brand 1728, der ogsaa tilintetgjorde Tycho Brahes Globus; kun tre Nætters Observationer, det saakaldte »Triduum«, ere blevne bevarede.

Allerede Ole Rømer erkendte, at Rundetaarn, hvor monumental en Bygning det end var, og hvor hensigtsmæssigt det end kunde have været for de tidligere Instrumenter, kun egnede sig mindre godt for de nyere Instrumenter, som Meridiankredsen. Disse fordrer nemlig en meget støt Opstilling, medens Rundetaarn paa det befærdede Strøg, hvor det laa, var underkastet ikke ubetydelige Rystelser. Han foretog derfor mange af sine Observationer i sin stille Bolig i Byen. Kærest var ham dog et lidet Observatorium, han havde indrettet sig paa en Høj ved sit Landsted Pilenborg i Vridsløsemagle, omtrent midtvejs mellem København og Roskilde; her blev ovennævnte »Triduum« til. Trods de uheldige Forhold paa Rundetaarn forblev Observatoriet dog endnu i lange Tider der, indtil det endelig i 1861 flyttedes til sin nuværende Plads lige over for Rosenborg Slot. Samtidig forsynedes det med to ny større og mere tidssvarende Instrumenter, nemlig en Meridiankreds og et Ækvatoreal.

København. Det nye Observatorium kostede sammen med de to ny Instrumenter noget over 180,000 Kroner. Dets Form ses af omstaaende Skitse, Fig. 122, der er den bekendte Figur paa Almanakkens Forside. Til venstre og til højre ses de to Vaaningshuse. Midterpartiet er det egentlige Observatorium. Gennem en



Fig. 121.
Rundetaarn.

Forhal kommer man ind i et højt Rum, der ligger i den Firkant, man ser midt paa Figuren. Midt igennem dette Rum gaar en stor muret Søjle, 10 Meter eller 32 Fod i Omfang, op til Kuppelbygningen, der hviler paa nævnte Firkant, og en Vindeltrappe langs Rummets Væg fører derop. Oven paa Firkanten er der rundt om Kuppelbygningen en Altan til Friluftsobservationer med Observatoriets mindre, flyttelige Instrumenter, blandt hvilke kan fremhæves en udmærket »Kometsøger«. Inden for Kuppelbygningen, langs dennes Væg fører en mindre Vindeltrappe op til selve Kuppelrummet, hvor Ækvatorealet staar, anbragt oven paa nævnte Søjle. Kuppelrummets Gulv



Fig. 122.

ligger henved 11 Meter eller 34 Fod over Indgangstrappen til Observatoriet og 25 Meter eller 80 Fod over Havets Overflade. Kuppelbygningens runde Mur naar endnu 2 Meter eller 6 Fod over dette Gulv, og

paa den hviler Drejekuppelen. Den er bygget af Træ, udvendig beklædt med Kobber, indvendig med Læder. Den har kun een Spalte, der ved et Maskineri kan aabnes fra Kuppelens Fod indtil op til dens Isse. Vil man saa kigge ud i en anden Retning end den, Spalten vender ud imod, maa man dreje hele Kuppelen. Dette sker ved et andet Maskineri, der tidligere maatte drejes med Haandkraft, men nu drejes ved en Elektromotor, ligesom ogsaa Observatoriets Belysning nu er elektrisk. Kuppelrummets Diameter er lidt over 7 Meter eller 23 Fod; Højden fra Gulvet til Kuppelens Isse er $6\frac{1}{2}$ Meter eller 21 Fod.

Mellem Firkanten og hvert af Vaaningshusene findes, som Figuren viser, et smallere Rum med Spalte gennem Mur og Tag. I det til venstre er ovennævnte Meridiankreds opstillet; i det til højre er der opstillet et større »Passageinstrument«, der anskaffedes i 1872. Bag Firkanten findes en Udbygning, der ikke ses i Figuren, ligeledes med Spalte gennem Mur og Tag; den er ogsaa indrettet til at huse et større Instrument, men benyttes for Tiden væsentlig til Bibliotek.

Mere end om andre Bygninger gælder det om Observatoriet, at en væsentlig Del af det er underjordisk. De Søjler og Piller, paa hvilke Instrumenterne og Pendulurene ere anbragte, hvile paa vældige Underlag, der strække sig langt ned i Jordsmonnet, ere solidere end selve Bygningens Fundamenter og adskilte fra disse, saaledes at Rystelser i Bygningen ikke forplante sig til Instrumenterne og Urene. I samme Øjemed slutte Gulvene i Observationsrummene ikke tæt om Pillerne; mellem Pille og Gulv er der altid et lidet Mellemrum.

Observatoriets før nævnte Højde over Havets Overflade kunde synes ringe, for hvem der mulig tror, at et Observatorium skal ligge højt for at være nærmere ved Himlen. Men med Hensyn til det, det i Virkeligheden kommer an paa, nemlig den fri Udsigt, er dets Beliggenhed endnu ret gunstig. Det samme kan des værre ikke siges i andre Henseender. Byen er nu rykket Observatoriet saa nær ind paa Livet, at Bylarmen, Bydunsterne og Gaslygterne genere ganske betydelig. Da tilmed en paatænkt Forbindelsesbane vilde komme til at gaa forbi Observatoriet, nedsattes for faa Aar siden en Observatorie-Kommission, der skulde udarbejde Forslag til Observatoriets Flytning til en mere landlig Beliggenhed, f. Eks. mellem Roskilde og København. Det foreløbige Over-

slag kom til at lyde paa 350,000 Kr., og Sagen opsattes indtil videre.

Meridiankredsen. Hosstaaende Skitse (Fig. 123) giver en Ide om dette Instruments Udseende. Selve Kikkerten er 2 Meter eller 6 Fod lang, og dens Objektiv, d. v. s. Glasset i den modsatte Ende af den, gennem hvilken man

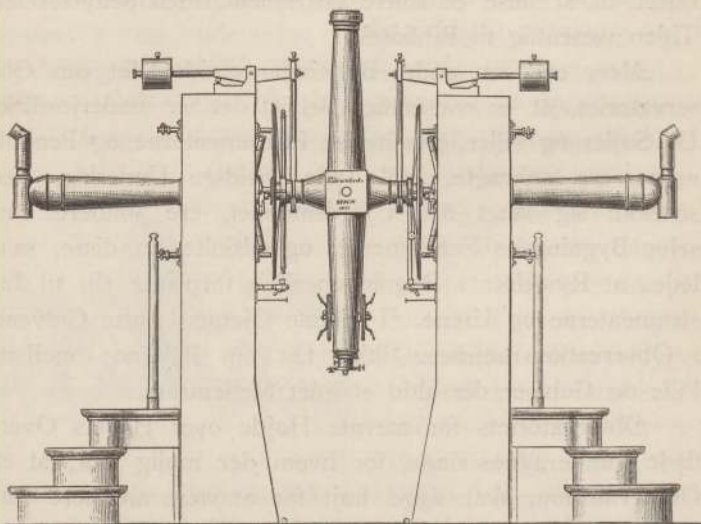


Fig. 123. Meridiankredsen.

kigger, har en Diameter eller, som man siger, en »Aabning« af 12 Centimeter eller lidt over $4\frac{1}{2}$ Tomme. Kikkerten kan kun drejes om een Akse, hvis Ender hvile i Lejer, der ere fæstede hvert til sin Pille. Aksen ligger vandret i Retning Øst—Vest. Kikkerten kan alt-saa kun drejes i Retningen Nord—Syd eller omvendt; den kan kun komme til at pege mod de Punkter af Himlen, der ligge fra Horisontens Sydpunkt op mod Issepunktet (Zenith) og ned til Horisontens Nordpunkt. Denne

Strækning kaldes Meridianen, og derfra stammer Instrumentets Navn. For at Aksen ikke skal ligge for tungt i Lejerne, er største Delen af Kikkertens Vægt ophævet ved de to Kontravægte, der ses foroven. De sidde paa den ene Ende af hver sin Vægtstang. Paa den anden Ende sidder en Arm med Gnidningsruller (Friktionsruller), der fra neden presse sig op mod Aksen og saaledes støtte Kikkerten uden at forhindre dens Drejning, da Rullerne dreje sig med.

Med Meridianinstrumentet kan man altsaa kun iagttage Himmellegerne i det Øjeblik, de passere Meridianen, og det egner sig derfor ikke til Studiet af Himmellegerernes Udseende. Desto mere egner det sig paa Grund af sin støtte Opstilling til Bestemmelsen af en Stjernes Plads paa Himlen. Iagttager man nemlig det Klokkeslæt, til hvilket en Stjerne passerer Meridianen, og den Højde over Horisonten, den da har, er Stjernens Sted paa Himlen fuldstændig bestemt. Højden maales paa de to store Kredse, der ses mellem Kikkerten og Pillerne, nærmest disse.

Øjeblikket for Stjernens Meridianpassage faas af et Ur, helst et Pendulur, som altid er et nødvendigt Tilbehør til Meridiankredsen. Men da Kikkertfeltet har en vis Udstrækning, maa man naturligvis have noget, der markerer dets Midte. Til den Ende er der i Kikkerten udspændt en Traad af Edderkoppespind vandret gennem Feltets Midte, en anden lodret gennem Feltets Midte. Hvor disse skære hinanden, er Feltets Midte. Andre Bitraade tjene til Mangfoldiggørelsen af Observationerne. Naar nu Stjernen nærmer sig Midtpunktet, optegner man fra Uret Timen og Minutten og tæller saa Sekunderne videre ved at lytte til Urets Slag; man faar da Sekunden, ja efter Skøn Tiendedelen af Sekunden, paa hvilken Stjernen passerer Traadkorsets Midte. En døv, vil man

sige, kan altsaa ikke gøre Iagttagelser med Meridiankredsen. Jo, ogsaa det lader sig gøre ved Hjælp af Kronografen, der for øvrigt ogsaa benyttes meget af ikke døde.

Kronografen, paa Dansk Tidsskriveren, ligner et almindeligt Telegrafapparat. Kun er der i Stedet for een anbragt to Stifter lige ved Siden af hinanden tværs over den løbende Papirstrimmel. Den ene af disse Stifter staar i Forbindelse med et Ur og afsætter en Prik paa Papirstrimlen hver fulde Sekund. Den anden staar i Forbindelse med en Nøgle ved Instrumentet og afsætter en Prik paa Papirstrimlen, hver Gang man trykker paa Nøglen. Trykker man da paa Nøglen i det Øjeblik, man ser Stjernen passere Traadkorsets Midte, kan man senere paa Papirstrimlen se, til hvilken Sekund og Brøkdelen af Sekund det skete. Denne Maade at iagttage paa kaldes Registrermetoden.

Passageinstrumentet anskaffedes først i 1872, og mange ville vel mindes at have set det paa Udstillingen i 1872. Glassene ere fra Optikeren Merz i München, Opstillingen fra Jüngers mekaniske Etablissement i København. Kikkerten er lidt over $2\frac{1}{2}$ Meter eller 8 Fod lang. Objektivets Aabning er 16 Centimeter eller 6 Tommer. Det er ligesom Meridiankredsen opstillet saaledes, at man med det kun kan iagttage Stjernerne, naar de passere Meridianen. Men de store Højdekredse mangle. Til Gengæld er der i Kikkertens Felt anbragt en med den vandrette Midtertraad parallel bevægelig Traad, ved Hjælp af hvilken man kan maale, hvor meget over eller under Midtertraaden en Stjerne passerer. Instrumentet kan nu bruges paa følgende Maade: Man klemmer Kikkerten fast i en bestemt Stilling og iagttager nu for alle de Stjerner, man efterhaanden ser passere Feltet, baade Klokkeslættet, til hvilket de passere den lodrette Midtertraad, og den Afstand, de da have fra den vandrette Midtertraad. Blandt disse Stjerner vil

der altid findes een eller flere lysere Stjerner, hvis Sted i Forvejen er kendt, og man faar derved alle de iagttagne Stjerner Steder bestemte. Retter man f. Eks. Kikkerten mod Himlens Ækvatoregn og sætter sig hen og observerer paa nævnte Maade en Time i Træk, faar man Stjernernes Pladser bestemte i en 15 Grad lang og $\frac{1}{3}$ Grad bred Zone af Himlen, og Instrumentet kaldes derfor ogsaa Zoneinstrument. Der lægges ved saadanne Iagttagelser navnlig ogsaa an paa svagere Stjerner, og Kikkerten er derfor noget større end Meridiankredsens.

Ækvatorealet, ogsaa kaldet Refractoren, der i 1861 opstilledes under Kuplen, var, hvad man den Gang kaldte et stort Instrument. Selve Kikkerten var fra Merz i München; dens Længde var hen ved 5 Meter eller 15 Fod; Objektivets Aabning var 26 Centimeter eller 10 Tommer. Opstillingen var af Jünger i Kjøbenhavn. Dette endnu gode Instrument blev imidlertid i 1894—95 erstattet af et andet, fordi det ikke egnede sig til astronomisk Fotografi, hvilken i de seneste Aar er kommen til at spille en stor Rolle, og ligger nu indpakket i Kasser, da Observatoriet mangler Midler til at opstille det i Observatoriehaven.

Det nye Ækvatoreal blev, som sagt, opstillet under Kuplen i 1894—95 og har med Opstilling og Tilbehør kostet i alt 49,400 Kr. Fig. 124 viser det som Helhed. Kikkertrøret er ikke rundt, men ovalt; det indeholder nemlig egentlig to Kikkerter ved Siden af hinanden, en visuel (paa Dansk Øje-) Kikkert til at kigge i paa sædvanlig Maade og en astrofotografisk til at fotografere med. Der findes altsaa ved den Ende af Røret, der i Figuren maa tænkes forlænget lidt opad, to Objektiver ved Siden af hinanden, et visuelt og et fotografisk. Det visuelle Objektiv har en Aabning af 36 Centimeter eller $13\frac{3}{4}$ Tomme, vejer med Indfatning 25 Kilogram eller 50 Pund og har kostet 8900 Kr. Det fotografiske Objektiv

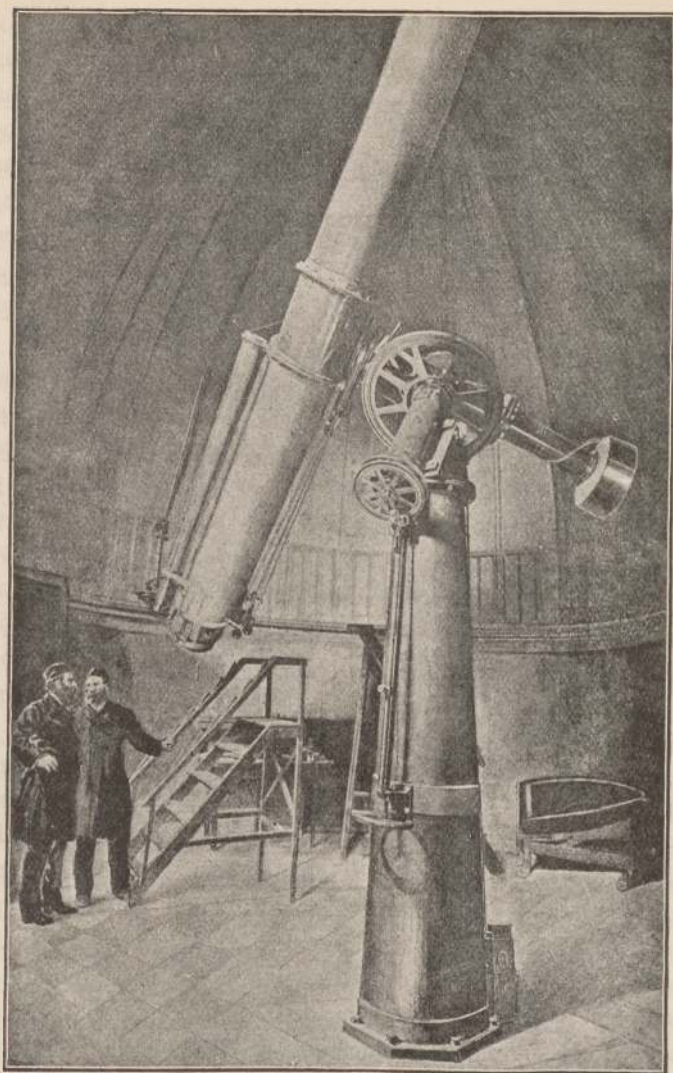


Fig. 124. Ækvatoreal.

har en Aabning af 20 Centimeter eller $7\frac{2}{3}$ Tommer, vejer med Indfatning 10 Kilogram eller 20 Pund og har

kostet 2300 Kr. Begge Objektiver ere fra Steinheil i München.

Opstillingen er fra Repsolds astronomiske Instrumentfabrik i Hamborg og har kostet 28600 Kr. Instrumentet kan drejes om to Akser og altsaa rettes mod hvilket Punkt af hele Himlen, man vil. Den korte Akse, der i Figuren ses hælde opad til højre, kaldes Polaksen, fordi den peger op mod Himlens Pol; den er altsaa vinkelret paa Ækvator. Den lange Akse, der ligeledes ses i Figuren, er vinkelret paa Polaksen og altsaa parallel med Ækvator; den kaldes Deklinationsaksen; Deklination betyder en Stjernes Afstand fra Ækvator. Ved den højre Ende af Deklinationsaksen ses en stor Kontravægt, der vejer 260 Kilogram eller 520 Pund og tjener som Modvægt mod Kikkerten, der er fæstet til den modsatte Ende af Deklinationsaksen. Det hele hviler paa den Jernsøjle, der ses i Figuren. Denne hviler atter paa en mægtig Trefod af Jern, der staar under Gulvet og er anbragt paa den tidligere nævnte murede Søjle, der gaar ned gennem Bygningen og er funderet dybt nede i Jordsmonnet. Hele Instrumentet med Jernsøjlen og Jerntrefoden vejer tilsammen 4000 Pd. Paa Gulvet til højre for Jernsøjlen ses en liden Kasse; den indeholder Drivurværket. Dette drives af en tung Vægt, der kan gaa helt ned gennem den indvendig hule murede Søjle og reguleres af et opadvendt Pendul. Gennem en Stang, der gaar op langs Jernsøjlets højre Side, og gennem Tandhjul og en Skruegang forplantes Bevægelsen til det store Hjul, der ses øverst paa Polaksen. Naar dette Hjul ved en Klemme sættes i fast Forbindelse med Polaksen, drejer det ogsaa denne om sig selv, og Kikkerten kommer da til at følge Stjernernes Gang.

I Fig. 125 ses særlig Ækvatorealets Øjeende. Man ser forskellige Greb og Knapper, der tjene dels til at tage fat i, naar man vil bevæge Kikkerten med Haanden, dels

til at klemme Instrumentet fast i den ene eller den anden Retning og derpaa bevæge det fint eller meget fint. Alt dette kan altsaa besørgeres fra Øjeenden af. Man ser ogsaa hist og her smaa Vægte, der kunne tages af eller sættes paa for at balancere Kikkerten, alt efter som

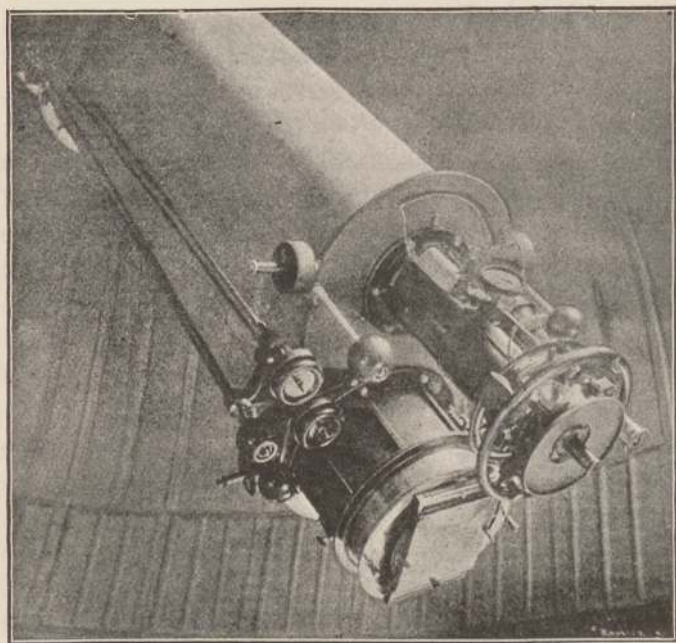


Fig. 125. Ækvatorealets Øjeende.

f. Eks. den fotografiske Kasse sidder paa eller er tagen af.

Til højre for oven ses Øjeglaset eller »Okularet«, som man kigger igennem.

Stjernefotografi. Til venstre for neden ses i Fig. 125 den fotografiske Kasse, der naturligvis kan tages af og sættes paa. Her kan man nu ikke, som

Fotograferne ellers gøre, tage Laaget af Objektivet; thi dette befinder sig højt oppe ved den anden Ende af den 15 Fod lange Kikkert. I Stedet derfor findes der inde i den fotografiske Del af Røret i Nærheden af Kassetens Plads et Laag eller en Lukker, der kan aabnes og lukkes udvendig fra ved at dreje paa en Knap. Naar man nu vil fotografere, stiller man først Kikkerten mod det Sted af Himlen, man vil tage af. Saa klemmer man den fast og sætter Drivuret i Bevægelse, og nu følger Kikkerten Stjernerne. Derpaa kigger man ind i den visuelle Kikkert og bringer enten ved Bevægelse af Traadene eller ved Finbevægelse af Kikkerten en bestemt Stjerne til at staa paa et bestemt Sted af Traadnettet. Der vil den vedblive at staa, saa længe Kikkerten følger Stjernerne i deres Bevægelse. Og nu aabner man for Lukkeren, og Fotograferingen tager sin Begyndelse: »Ekspositionen« begynder. Under denne maa man jævnlig se efter, om nævnte Stjerne virkelig bliver staaende paa samme Sted af Traadnettet. Gør den det ikke, er det Tegn paa, at Kikkerten ikke nøjagtig følger Stjernen, hvilket kan hidrøre fra smaa Uregelmæssigheder i Urværkets Gang, og man maa da raade Bod derpaa ved at finbevæge Kikkerten, saa at Stjernen hele Tiden holder sig paa samme Sted. Til Slutning lukkes Lukkeren, og Ekspositionen er forbi, Kassetten tages af, og Pladen kan nu gemmes i en mørk Æske, indtil man f. Eks. næste Dag behandler den i et Mørkekammer paa sædvanlig fotografisk Vis. Fig. 126 gengiver et saaledes taget Fotografi af et Parti af Stjernegruppen Chi i Perseus. Ogsaa Fig. 127 og 128 ere Kopier af saaledes tagne Fotografier.

Skønt vort fotografiske Objektiv ikke er særlig lystærkt og mere er beregnet paa at aftage ikke alt for svage Fiksstjerner, kan man dog med det ogsaa opnaa Billeder af f. Eks. ikke for lyssvage Taagepletter, naar

man bruger længere Ekspositionstid. Den fotografiske Plade summerer nemlig Lysindtrykkene, medens det menneskelige Øje ikke ser en Genstand lysere, fordi det bliver ved at se paa den, undtagen maaske lige i Begyndelsen, indtil Øjet har vænnet sig (akkommoderet sig) til Genstanden. Fig. 127 gengiver saaledes et med dette



Fig. 126. Parti af Stjernegruppen
Chi i Perseus.

Objektiv 22 Minutter i Træk taget Fotografi af Orion-Taagen. Denne Taage er ikke, som mange andre, en tæt Samling Stjerner, men en virkelig glødende Taageverden.

Saadanne Fotografier kunne naturligvis forstørres paa samme Maade, som Fotografierne gøre, naar de leve et forstørret Billede efter et Portræt i Visitkortformat. Dette kaldes indirekte Forstørrelse. Men man kan ogsaa direkte tage et

forstørret Billede ved at skrue et Forstørrelsesapparat fast ved Enden af den fotografiske Kikkert der, hvor Kassetten ses i Fig. 125. Kassetten bliver da anbragt for Enden af dette Apparat, kommer altsaa til at sidde endnu længere nede end i Figuren. Observatoriet har for ganske nylig faaet et saadant direkte Forstørrelsesapparat, og Fig. 129 gengiver et dermed aftaget Parti af Maanen. Fotografierne til Billederne i Fig. 128 og 129 ere tagne umiddelbart efter hinanden, vise altsaa Maanen i ens Fase, nemlig mellem første Kvarter og Fuldmaane. Men Forstørrelsesapparatets Felt kan

ikke omfatte hele Maanen. Fig. 129 viser kun det Parti af Maanen, der i Fig. 128 ses helt til højre noget under Midten. Man finder det let ved at holde sig til den Halvcirkel, der ses, og lægger man saa Mærke til de Smaakratere, der ligge til højre for Halvcirkelen, vil man se, at de i Fig. 129 ses 7 Gange saa langt borte fra hverandre som i Fig. 128. Ved

Forstørrelsesapparatet er der altsaa her opnaaet et 7 Gange større Billede end uden Forstørrelsesapparatet.



Fig. 127. Orion-Taagen.



Fig. 128. Maanen.

Fotografiet Fig. 128 er opnaaet paa 1 Sekund, medens Fotografiet Fig. 129 har behøvet en Ekspositions-tid af 2 Minutter. Men nu er det saa, at Stjernerne aldrig ere aldeles rolige; de danse mer eller mindre paa Grund af Luftens større eller mindre Uro. Allerede af denne Grund blive Fotografierne tagne med direkte Forstørrelse mindre skarpe, som man kan se af Fig. 129.

Uden her at komme ind paa en Beskrivelse af Maanen, skal kun følgende bemærkes. De mørke Partier kaldes Have, men ere Sletter; Vand findes ikke paa Maanen. Den store mørke Plet paa Fig. 128 til højre noget forneden kaldes f. Eks. mare imbrium, d. e. det regnfulde Hav; en Del af det ses ogsaa paa Fig. 129. De lyse Partier ere Bjergegne. De smaa runde Ting ere Ringbjerger eller Kratere. De ses i Fig. 128 bedst paa højre



Fig. 129. Parti af Maanen.

Side; for disse Egne af Maanen er Solen nemlig nylig staaet op. Længere til venstre staar Solen allerede højt paa Himlen. Ogsaa her paa Jorden ses et Landskab jo bedre i Morgen- og Aftenend i Middagsbelysning. Det Ringbjerg øverst i Fig. 128, hvorfra der udgaa talrige lange, lyse Striber, hedder

Tycho. Halvcirkelen i Fig. 129 er et Højdedrag, der begrænser den til venstre liggende Iridernes Bugt. Ringbjerget nærmest til højre for Højdedraget hedder Sharp, og det foroven til højre Mairan. Ringbjerget tæt under Højdedraget hedder Bianchini, det længere nede til højre Harpalus. Hvert af disse Kratere er henved 40 Kilometer eller 5 Mil bredt. Ogsaa de andre mere eller mindre fremtrædende Kratere paa Figuren have hvert sit Navn.

Kassetterne ere af Metal. De mindre veje 5 Pund hver og kunne rumme Plader af 16×16 Centimeter eller 6×6 Tommer, d. v. s. Pladerne ere kvadratiske, og hver Side er 16 Centimeter lang. Paa en saadan Plade kunne 2×2 Grader af Himlen optages; til Sammenligning anføres, at Maanediameteren er omtrent $\frac{1}{2}$ Grad. Ved Indlæg kan man ogsaa i disse Kassetter anbringe Plader af kun 8×8 Centimeter. De store Kassetter veje 13 Pund hver og rumme Plader af 27×27 Centimeter eller 10×10 Tommer, der kunne omfatte noget over 3×3 Grader. Gengivelserne i Fig. 126, 127, 128 og 129 ere nøjagtig af samme Størrelse som paa Originalpladerne; naar de ere mindre end 8×8 Centimeter, ligger det i, at det kun er et Parti af Pladen, der er gengivet.

Andre Observatorier. Foranstaaende Skildring af Observatoriet i Kjøbenhavn giver en god Ide om, hvorledes et Observatorium ser ud i Almindelighed, hvorledes de Instrumenter se ud, der ere de mest benyttede, og hvorledes de benyttes. Men i Enkelthederne er der naturligvis megen Forskel. Der gives store Observatorier, som de i Paris og i Greenwich (London), med stort Personale. I 1839 indrettedes et stort Observatorium i Pulkova ved St. Petersborg. I de senere Aar er der blevet oprettet adskillige store Observatorier i Amerika, og ved Nizza har den franske Rigmand Bischofsheim ladet opføre et stort Observatorium, hvilket han derpaa har skænket den franske Stat. Fig. 130 gengiver dette Observatorium og viser tillige, hvorledes man nu foretrækker at indrette et Observatorium, naar der er Plads nok. Hvert Instrument faar sin egen Bygning eller Hytte med behørig indbyrdes Afstand, for at den ene ikke skal tage Udsigten fra den anden, og i god Afstand fra Vaaningshusene, for at Røgen og Lyset fra disse ikke skal genere. I det før

omtalte Forslag til Flytning af vort Observatorium ud paa Landet er en saadan Ordning taget i Betragtning.

Privatobservatorier florere særlig hos Englænderne. Paa adskillige engelske Privatobservatorier findes meget anselige Instrumenter; Lord Rosse's Observatorium i Irland rummer saaledes Verdens største Spejlteleskop; dets Spejl har en Diameter af 6 Fod. Nogle Privatobservatorier have ogsaa til Formaal at give Publikum Adgang til at



Fig. 130. Observatoriet ved Nizza.

betragte Himlen gennem Kikkert. Af saadanne findes et i Kjøbenhavn, der understøttes af Staten og ejes af Hr. Telegrafist Victor Nielsen, et andet i Odder, der i alt Fald endnu ikke (i 1897) understøttes af Staten og ejes af Hr. Skolebestyrer Torvald Køhl.

Astrofysiske Observatorier ere Børn af Nutiden. De ere mere indrettede paa at studere Himmellegemernes fysiske Forhold end at undersøge deres Bevægelser. Af saadanne Observatorier findes nu f. Eks. et i Meudon (udtal Mødong) ved Paris og et i Potsdam ved Berlin.

Kæmpekikkerte. Ogsaa disse ere først fremkomne i den senere Tid, og Ækvatorealet i Kjøbenhavn kan nu kun kaldes en mellemstor Kikkert. Den største Kikkert var indtil for ganske nylig den paa Lick-Observatoriet i Kalifornien, der er stiftet af Rigmanden Lick og af ham skænket Universitetet i San Francisco. Denne Kæmpekikkert har en Objektivaabning af $\frac{9}{10}$ Meter eller næsten 3 Fod og en Længde af 18 Meter eller 57 Fod. Man kan ogsaa fotografere med den; men her er det ikke, som i Kjøbenhavns Ækvatoreal, et fotografisk Objektiv, der sidder ved Siden af det visuelle; Kikkertrøret vilde da blive alt for stort i Omfang. Det er en Linse af omtrent samme Diameter som Objektivet, som kan anbringes uden for dette og da sammen med dette kommer til at danne et fotografisk Objektiv. Denne Kæmpekikkert er nu bleven overtruffet af Kæmpekikkerten paa Yerkes-Observatoriet ved Chicago, der er stiftet og skænket Universitetet i Chicago af Rigmanden Yerkes. Denne Kæmpekikkert, der altsaa for Tiden er Verdens største, har et Objektiv, hvis Diameter er lidt over en Meter eller 4 Tommer større end Lick-Observatoriets. Kæmpekikerte med Objektiver af noget mindre Diameter, omkring $\frac{3}{4}$ Meter eller $2\frac{1}{2}$ Fod findes nu ogsaa f. Eks. paa Observatorierne i Wien, Pulkova, Greenwich, Nizza.

Spørges der om, hvor vidt man vil kunne gaa i Dannelsen af Kæmpekikerte, er det vanskeligt at sige noget bestemt derom. Vanskelighederne ved at lave saa store Objektiver stige enormt for hver Tomme, Diameteren skal være større. Der er først selve Glasmassen; den maa være homogen, d. e. lige tæt, lige klar og gennemsigtig i hele sin Udstrækning og uden større Blærer; mindre skade ikke meget og ere ikke til at undgaa. Det er fortrinsvis Feil i Paris, der støber saa store Glas. Materialerne, de bestaa af, blandes og smeltes i en

Lerpotte, der kan rumme indtil 20 Centner af dem, og her røres de nu stadig om med en Jernstang, indtil de ere fuldstændig blandede. Derpaa formindskes Heden gradvis, indtil Massen bliver for stiv til mere at kunne røres om, og nu lader man Potten med det hele staa en Maanedstid eller mere. Efter Afkølingen brækkes Potten og den ydre Glasskorpe af, og nu kommer det an paa, om man i det indre finder et rent Stykke stort nok til det bestilte Objektiv. Det finder man næsten aldrig, og nu kommer det vanskeligste Stykke Arbejde: at skære de Aarer, der findes i det indre, ud og alligevel beholde en tilstrækkelig stor Masse, der kan blødgøres ved Hede og presses sammen til en Skive, uden at Overfladerne slaa Folder. Hver Gang det mislykkes, maa det hele støbes om; det tog saaledes 4 Aar at lave Glasmassen til den første Kæmpekikkert, den, der 1876 blev opstillet i Washington, og dens Objektiv er endda kun $\frac{2}{3}$ Meter eller en Smule mere end 2 Fod i Diameter. Ogsaa Slibningen af saa store Glasskiver er vanskelig. Der maa laves Skaale med nøjagtig de Krumninger, Objektivets Overflade skal have, og heri slibes nu hver Overflade med Smergel, senere med meget fint Sand, ja om den bekendte amerikanske Sliber Alvan Clark (død 1897) siges endog, at han, naar Objektivet var saa godt som færdigt, stillede det op mod en fjern Genstand og ved at prøve sig frem foretog de sidste fine Slibninger med Fingeren. Trods alle Finesser er det dog, jo større Objektivet er, desto vanskeligere at faa det til at give skarpe Billeder. Hertil kommer, at en saadan stor Kikkert ingenlunde er saa meget lysstærkere, som man skulde tro. Skal Kikkerten nemlig ikke blive alt for uhandlelig lang, maa Krumningerne af Objektivets Flader ikke være for smaa. Derved bliver saa et stort Objektiv tykkere og altsaa mindre gennemsigtigt end et mindre Objektiv.

Omkostningerne stige ogsaa overordentlig med Kikkertens Størrelse. Alene Objektivet til Lick-Observatoriets Kæmpekikkert har kostet 50000 Dollars eller henved 200,000 Kr. Endnu dyrere ere de mægtige Opstillinger og de vældige Kuppelbygninger og Drejekupler, saadanne Kæmpekikkerter fordre. Den store Kuppel, der ses i Fig. 130, er saaledes større end Pantheon-Kuplen i Paris.

For at undgaa disse Kuppelomkostninger og den Fristelse, de sætte en i til at gøre Kikkerten kortere end ønskeligt, har nuværende Direktør for Observatoriet i Paris, Læwy, fundet paa en ejendommelig Instrumentform, det saakaldte knækkede (paa Fransk coudé) Ækvatoreal. Kikkertrøret er her knækket, d. e. det bestaar af to paa hinanden vinkelrette Rør. Ved Enden af det ene sidder Objektivet, og ved et Spejl, der sidder i Knækket, kastes Lysstraalerne ind gennem det andet, ved hvis Ende Billedet saa dannes og betragtes gennem Okularet. Dette andet Rør kan kun drejes om sin egen Akse, men ligger altid i samme Retning; dets Ende med Okularet stikker ind i et Værelse, men ellers er hele Instrumentet i det fri. Drejer man dette Rør om dets Akse, kommer det andet Rør med Objektivet til at pege mod forskellige Sider af Himlen, og derved samt ved et ligeledes indefra drejeligt Spejl foran Objektivet kan man kaste Billedet af hvilken Del af Himlen, man ønsker, ind i Værelset og her sidde lunt og i Ro og Mag iagttage det. Her behøves altsaa ingen Kuppelbygning og Kuppel. Næsten hele Instrumentet er i det fri og behøver kun at dækkes af en paa Skinner rullende Hytte, der trækkes bort, naar Instrumentet skal bruges. Spejlene, især det ydre, beslaas dog let og gøre ved Forandringer i Temperaturen let Billederne mindre skarpe.

Bjergobservatorier. Vi saa før, at Kjøbenhavns Observatorium ligger højt nok, da Udsigten er temmelig fri.

Men naturligvis ere betydelige Højder særlig velskikkede til astronomiske Iagttagelser, fordi Luften der er mindre tæt og altsaa mere gennemsigtig. Derfor er der i den senere Tid ogsaa oprettet saakaldte Bjergobservatorier. Det omtalte Lick-Observatorium er et saadant. Det ligger næsten paa Toppen af et omtrent 1300 Meter eller 4000 Fod højt, temmelig isoleret Bjerg, Mount Hamilton. Og



Fig. 131, Observatoriet paa Montblanc.

saa Observatoriet ved Nizza ligger i nogen Højde, 350 Meter eller 1100 Fod, paa Sydskrænten af Søalperne. Nogle Bjergobservatorier ere kun tilgængelige kortere Tid om Sommeren, som Observatoriet paa Ætna, der ligger 3000 Meter eller 9500 Fod højt og er et Biobservatorium til det i Catania; der staar opstillet en Kikkert der oppe; men Objektivet tager man med frem og tilbage, hver Gang man besøger det. Observatoriet i Nizza har et Biobservatorium i næsten 9000 Fods Højde. Mærkeligst i denne

Retning er vel Observatoriet paa Montblanc (Fig. 131) i henvend 5000 Meters eller 15000 Fods Højde. Det er med stort Besvær blevet opført paa fast Sne, idet Klippegrund ikke var til at finde, og benyttes til under kortvarige Sommerophold at anstille Iagttagelser, ved hvilke det særlig kommer an paa saa tynd Luft som muligt, f. Eks. spektroskopiske Iagttagelser af Solen. Bjergobservatorierne have ogsaa stor Betydning for Meteorologien, og mange af dem ere kun indrettede til meteorologiske Iagttagelser.

URET.

Ja, hvem ved ikke, hvad et Ur er? Det er det, man kigger paa, naar man vil vide, hvad Klokken er. Allerede som smaa kiggede vi paa det for ikke at faa Skænd eller værre, naar vi kom for sent i Skolen; Arbejderen, Kontormanden, Professoren kigger paa det for at komme i rette Tid til Værkstedet, Kontoret eller Forelæsningssalen; Kongen kigger paa det; Kongen er som bekendt meget præcis og lader ikke Folk vente. Det er altsaa, hvad man paa ægte Dansk kunde kalde en Tidsmaaler, tidligere vel ogsaa kaldte et Sejerværk. Ordet Ur, der nu har faaet Hævd, stammer fra det latinske hora, Time.

Enhver ved ogsaa, at der findes forskellige Slags Ure. Deres Mekanismer ere mer eller mindre skjulte, og man kan kun komme til dem ved at skruer forskellige Dele fra hverandre. Ukyndig Pillen ved et Ur maa dog bestemt fraraades, da det ender med Beskadigelser af Urets fine Bestanddele. Imidlertid er det jo et berettiget Ønske, at man vil vide, hvorledes saadant et Værk, som man daglig omgaas, ser ud indvendigt, og hvorledes det arbejder. Dette vil derfor blive fremstillet i det følgende, i alt Fald i Hovedtrækkene.

Urskiven og Viserne. Det, som alle Ure have tilfælles, og som nødvendigvis altid maa kunne ses, er en Skive, med en Viser, der gaar rundt en Gang i Timen og viser Minutten, og en anden Viser, der gaar rundt en Gang i 12 Timer og viser Timen. Lad os derfor tage Viserne som Udgangspunkt for vor Vandring til Urets mere lønlige Dele.

Viserværket. Viserne gaa naturligvis ikke rundt af sig selv. De gaa rundt, fordi de sidde paa Akser, der drejes af Urets Mekanisme. For et overfladisk Blik ser det ud, som om Minut- og Timeviseren sad paa samme Akse; men det gøre de naturligvis ikke, da de jo saa maatte gaa lige hurtigt rundt. Ser man nøjere til paa Midten af Urskiven, vil man da ogsaa se, at hver sidder paa sin Afsats. De sidde om samme Akse, men ikke paa samme Akse. Forholdet ses af Fig. 132, der anskueliggør et Viserværk, saaledes som det ofte er i større Ure. *t* er Timeviseren, *m* Minutviseren, *s s* Urskiven. Inde i Uret sidder et Tandhjul *f*, det saakaldte Minuthjul, der gaar rundt en Gang i Timen, hvorledes, skulle vi senere se. Dette Tandhjul sidder fast paa Aksen *e*, som altsaa ogsaa drejer sig en Gang i Timen. Er Aksen *e* nu saa lang, at Enden af den stikker frem gennem et Hul midt paa Urskiven, saa skulde man synes, at man blot behøvede at fæste Minutviseren til denne Ende; Viseren vilde da, ligesom Aksen *e*, gaa rundt en Gang i Timen og vise Minutten. Og dette er ganske rigtigt. Men Ulykken er, at man saa ikke kunde stille Viseren, naar den viste forkert. Vilde man med en Urnøgle ved *e'* dreje selve Aksen *e*, vilde man mærke en stærk Modstand, og vilde man anvende Magt mod denne, vilde det knage og brage inde i Uret; Værket vilde gaa i Stykker. Sagen er den, at man ved at dreje Aksen *e* ogsaa drejer Hjulet *f*. Men Hjulet *f* staar gennem sine Tænder i Forbindelse med andre Dele af

Værket, der ikke kunne taale hurtig Drejning. Man maa derfor kunne stille Viseren uden at dreje Aksen *e*. Dette opnaas ved at fæste Minutviseren til et Hylster *bb* (Minut-røret), der ogsaa stikker lidt frem over Urskiven. Hylsteret slutter saa tæt om Aksen *e*, at det ved Gnidning drejer sig med, naar Aksen *e* drejer sig, saa at ogsaa Hylsteret og Viseren kommer til at gaa rundt en Gang i Timen. Drejer man derimod Hylsteret, og derigennem ogsaa Viseren, med en Urnøgle, overvindes den lette Gnidningsmodstand, og Aksen *e* drejer sig ikke med. Et lille Pres kan en saadan Drejning af Viseren dog udøve paa Aksen *e* og

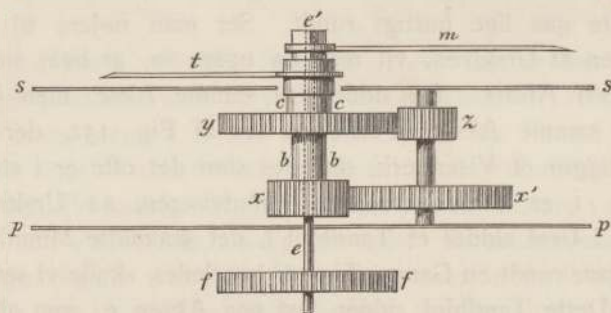


Fig. 132. Viserværk.

derigennem paa hele Værket. Dette kan mærkes derved, at Uret dikker højere, naar Viseren stilles frem, og for et Øjeblik staar helt stille, naar Viseren stilles tilbage. Man bør derfor ikke stille Viseren hyppigere end nødvendigt.

Timeviseren *t* skal nu kun gaa Urskiven rundt en Gang i 12 Timer, medens Minutviseren *m* gaar Skiven rundt en Gang i Timen eller 12 Gange i 12 Timer. Hvorledes dette opnaas, ses næsten umiddelbart af Fig. 132. Uden om Hylsteret *bb* er anbragt et videre Hylster *cc*, der dog ikke gnider mod *bb*. Paa Enden af Hylsteret *cc*, der stikker lidt frem over Urskiven, er Timeviseren *t* fæstet.

Paa Hylsteret cc sidder Tandhjulet y, det saakaldte Timehjul. Paa Hylsteret bb (Minutrøret) sidder Tanddrevet x (Minutrørsdrevet). Dette griber ind i Tandhjulet x' (Vekselhjulet). Har nu x' 3 Gange saa mange Tænder som x, maa det gaa 3 Gange langsommere rundt end x, altsaa kun 4 Gange i 12 Timer; som vi før saa, gaar jo nemlig Hylsteret bb og altsaa ogsaa x rundt en Gang i Timen eller 12 Gange i 12 Timer. x' sidder paa samme Akse som z (Vekseldrevet), saa at ogsaa z gaar rundt 4 Gange i 12 Timer. z griber ind i y (Timehjulet). Har nu y 4 Gange saa mange Tænder som z, maa det gaa 4 Gange langsommere rundt, altsaa kun 1 Gang i 12 Timer. y sidder fast paa cc, altsaa gaar ogsaa cc og den derpaa siddende Timeviser t kun 1 Gang rundt i 12 Timer. Det almindelige Forhold i et Viserværk er saaledes: Minutrørsdrevet x 10 Tænder, Vekselhjulet x' 30 Tænder, Vekseldrevet z 8 Tænder, Timehjulet y 32 Tænder.

Urets Stilning. Hvad er det nu, man egentlig gør, naar man stiller et saadant Ur? Man drejer Hylsteret bb, paa hvilket Minutviseren sidder; Timeviseren gaar da gennem ovennævnte Tandhjul med af sig selv. Paa store Ure kan Stilningen ske ved at dreje Minutviseren med Fingeren. Ellers bærer Hylsteret bb øverst oppe, som Fig. 132 viser, en firkantet Afsats e', som man kan dreje med en Urnøgle.

I Lommeure sidder denne Afsats i Reglen ikke paa Urets Forside, men paa den nederste Ende af Aksen e. Uret stilles da ved at stikke Nøglen gennem et Hul paa Urets Bagside. Det plejer i saa Tilfælde ikke at være Minuthjulet f, der sidder fast paa Aksen e, og Tanddrevet x, der gnider sig imod den, men omvendt: f slutter kun ved Gnidning om e, medens x sidder fast paa e. Naar man stiller et saadant Ur, er det altsaa selve Aksen e, man drejer; x og det øvrige Viserværk gaar da med, medens Minuthjulet f ikke gaar med, fordi dets Gnidning mod

Aksen e overvindes af Modstanden fra de andre Hjul inde i Urværket, i hvilke f griber ind.

I de saakaldte Remontoir-Ure (udt. Rømongtoahr-, betyder Genoptræknings-) sker Stilningen ikke ved en almindelig Nøgle, men ved at dreje paa en riflet Knap (Optrækskronen), idet man samtidig trykker den lille Stift ind, som er anbragt paa Siden af Uret. Dette Tryk bevirker nemlig, at et lille Hjul griber ind i Vekselhjulet x', hvorved hele Viserværket drejes. Ogsaa Optrækningen (om hvilken for øvrigt senere) sker her ved at dreje til højre paa Optrækskronen, dog uden at trykke paa nævnte Stift. Det er en yndet Beskæftigelse hos mange, som ere saa lykkelige at eje et Remontoir-Ur, at sidde i Tanker og dreje Optrækskronen til venstre i det uendelige; denne Sport, som ganske vist frembringer den samme knækkende Lyd som Optrækningen, og som for øvrigt er saa temmelig uskyldig, er imidlertid absolut unyttig, idet man kan vedblive at dreje til Juleaften uden at trække Uret den ringeste Smule op; det eneste, man ad denne Vej ved ihærdige Anstrængelser kan opnaa, er at slide Mekanismen op i kortere Tid end ved en fornuftig Behandling.

Sekundviseren. Mange Ure have ogsaa en Sekundviser, der gaar rundt en Gang hver Minut. Den sidder i Reglen ikke midt paa Skiven og føres af en egen Akse i Urværket, som vi senere skulle omtale. Sekundviseren gaar derfor ikke med, naar Uret stilles. Derved kan det hænde, at Sekundviseren kommer til at vise f. Eks. 30 Sek. i Stedet for 60, naar Minutviseren staar paa en fuld Minut. Mange Folk bryde sig ikke herom, da de dog aldrig kigge paa Sekunden. Men vil man undgaa en saadan Uoverensstemmelse mellem Minut- og Sekundviseren, maa man stille Minutviseren paa en fuld Minut, naar Sekundviseren viser 60. Derved kan Uret rigtignok komme til at vise indtil $\frac{1}{2}$ Minut

forkert. Dette maa man saa huske, hvis man overhovedet bryder sig om Brøkdele af Minutten.

Forskellige Ure. Vi have i det foregaaende set, hvorledes Minut- og Timeviseren sættes i Bevægelse af Minuthjulet, og dette er væsentlig ens i alle Ure. Men nu kommer Spørgsmaalet: Hvad faar Hjulet f til overhovedet at gaa rundt, og hvad faar det til at gaa rundt netop en Gang i Timen? Spørgsmaalets Form viser, at der i hvert Ur virker to Kræfter, en drivende og en regulerende. Som Drivkraft benyttes enten en Faldvægt, et Lod, eller en Drivfjeder. Som regulerende Kraft benyttes enten en svingende Vægt, et Pendul, eller en svingende Fjeder, den saakaldte Spiral. Herefter gives der nu forskellige Slags Ure, og vi ville særligt omtale dem, man hyppigst ser.

Pendulet. En Vægt, ophængt i en Snor eller Stang, der frit kan dreje sig om Ophængningspunktet, vil i hvilende Stilling hænge lodret ned. Men bliver den bragt ud af denne Stilling og overladt til sig selv, vil den vedblive at svinge frem og tilbage. Det er det, man kalder et Pendul, et latinsk Ord, der betyder: hængende. Enhver Hængelampe er altsaa i Grunden et Pendul. Galilei, den berømte italienske Astronom og Fysiker fra Begyndelsen af det 17de Aarhundrede, saa Hængelampen i Domkirken i Pisa svinge frem og tilbage, efter at Kirkebetjenten havde rørt ved den. Han saa, at Svingningerne bleve mindre og mindre for til sidst helt at gaa i Staa, og det er jo noget, vi alle kunne se ved vore Hængelamper. Men han bemærkede tillige med sit skarpe Iagttagerblik, at Svingningstiden ikke forandrede sig: Lampen gjorde i Begyndelsen, da Svingningerne vare større, lige saa mange Svingninger i Minutten som senere, da Svingningerne vare blevne smaa. Det er denne Egenskab ved Pendulet, der gør det saa fortrinligt skikket til Tidsmaaler. Men medens Pendulets lidt større eller mindre Udslag ikke forandrer

dets Svingningstid, har dets Længde stor Indflydelse paa den. Er Pendulets Længde omtrent 1 Meter eller 3 Fod, bruger det 1 Sekund om en Svingning, foretager altsaa 60 Svingninger i Minutten. Er Pendulet kun $\frac{1}{2}$ Meter langt, svinger det 85 Gange i Minutten. Er det $\frac{1}{4}$ Meter langt, svinger det 120 Gange i Minutten, svinger altsaa en Gang frem og en Gang tilbage hver Sekund. Dette er en meget kedelig Omstændighed; i Varmen strækker Pendulet sig nemlig, bliver lidt længere og svinger altsaa langsommere; omvendt i Kulden. Man har paa forskellige Maader søgt at udjævne, eller, som det med et latinsk Ord hedder, kompensere denne Temperatures Indflydelse paa Pendulets Længde. Det, det egentlig kommer an paa, er, at Afstanden fra Pendulets Ophængningspunkt til dets Tyngdepunkt holder sig uforandret. Et Legemes Tyngdepunkt er jo bestemt derved, at Legemet er i Ligevægt, naar det er understøttet i eller lige under Tyngdepunktet. Da Vægten, der danner den nederste Del af Pendulet, altid vejer meget mere end Pendulstangen, ligger Tyngdepunktet altid et Sted nede i Vægten selv. Pendulet bestaar ofte af en Træstang med en Metalvægt forneden, der hviler paa en paa Stangens nederste Ende skruet Møtrik. Udvider Træstangen sig i Varmen, synker Tyngdepunktet; men samtidig udvider Varmen ogsaa Metalvægten, og da den hviler paa sit nederste Punkt, maa den udvide sig opad, hvorved Tyngdepunktet atter hæves, saa at Tyngdepunktet nogenlunde beholder samme Stilling. Andre Penduler, vil man have set, bestaa af en Metalstang, medens Vægten bestaar af en eller flere Glasbeholdere med Kviksølv i. Udvider Varmen Stangen, saa at denne strækker sig nedad, udvider ogsaa Kviksølvet sig og stiger i Glassene, saa at Tyngdepunktet holder sig paa samme Sted. Saadanne Penduler kaldes Kviksølvpenduler. Man vil ogsaa have set Penduler, hvor Stangen bestaar af flere

smalle Stænger; nogle af disse ere fæstede foroven og udvide sig altsaa ved Varmen nedad; andre ere fæstede forneden og udvide sig altsaa opad; derved opnaas atter en Udjævning. En saadan Pendulstang ser ud som en Rist, og Pendulet kaldes derfor et Ristpendul.

Penduluret. Ved at se Pendulet svinge frem og tilbage kunde man komme paa den Tanke, at det var Pendulet, der drev Urværket. Men ved lidt Eftertanke ser man dog let, at dette ikke kan være Tilfældet. Gaar et frit svingende Pendul, ligesom en Hængelampe, allerede snart i Staa, hvor meget mere maatte dette saa ikke blive Tilfældet, naar Pendulet skulde drive et Værk med Tandhjul og Visere. Nej, det, der driver Værket i et Pendulur, er en Vægt, et Lod, der hænger i en Snor, hvilken Snor atter er viklet om en Valse. Ligesom Spanden ved at synke ned i Brønden af sig selv faar Spillets Akse til at dreje sig, saaledes faar ogsaa Loddet Valsen b til at dreje sig (Fig. 133). Paa Valsen sidder Tandhjulet d (Valsehjulet), der drejer sig med Valsen, og denne Drejning forplanter sig gennem flere Drev og Tandhjul til det saakaldte Ganghjul l, der gaar rundt en Gang i Minutten, som vi snart skulle se. Gaar Ganghjulet l rundt en Gang i Minutten, maa ogsaa Drevet i, der sidder paa samme Akse som l, gaa rundt 1 Gang i Minutten. i griber ind i Tandhjulet g, det saakaldte Mellemhjul; har dette nu 8 Gange flere Tænder end i, maa det

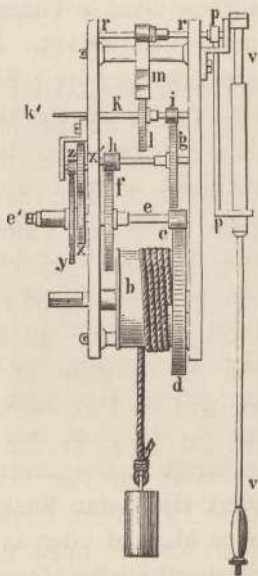


Fig. 133. Pendulur.

dreje sig 8 Gange langsommere, altsaa bruge 8 Minutter om en Omdrejning. Drevet h, der sidder paa samme Akse som g, bruger altsaa ogsaa 8 Minutter til at gaa en Gang rundt. Har Tandhjulet f $7\frac{1}{2}$ Gang flere Tænder end h, maa det gaa $7\frac{1}{2}$ Gang langsommere rundt end h, altsaa bruge 8 Gange $7\frac{1}{2}$ eller 60 Minutter til en Omdrejning. Dette Hjul f er altsaa Minuthjulet, der gaar rundt en Gang i Timen og faar Minutviseren til at gaa rundt en Gang i Timen, som vi allerede saa før, da vi omtalte Viserværket. Det samme af 4 Hjul bestaaende Viserværk, som vi i Fig. 132 saa i større Maalestok, ses i Fig. 133 i mindre Maalestok til venstre for Hjulene h og f. Tanddrevet c, der sidder paa samme Akse e som Timehjulet f, maa ligesom dette gaa rundt en Gang i Timen. Har nu Valsehjulet d 12 Gange flere Tænder end c, maa det gaa 12 Gange langsommere rundt, altsaa bruge 12 Timer til en Omdrejning. Følgelig bruger ogsaa Valsen 12 Timer til en Omdrejning, d. e. i 12 Timer vikler en Omgang af Snoren sig af. Skal et Ur som dette gaa en Uge uden at trækkes op, maa Snoren altsaa være saa lang, at den kan vikles 14 Gange om Valsen. For øvrigt kan Antallet af Hjulene og Antallet af Tænder i hvert Hjul være forskelligt i forskellige Ure. Skal Uret gaa en Maaned uden at trækkes op, har det et Hjul mere (Transporthjulet). De saakaldte Schwarzwald-Ure have et Hjul mindre, idet Valsehjulet allerede er Minuthjul. Er Snoren ved at løbe ud, maa man naturligvis trække den op igen ved at dreje Valsen i modsat Retning af den, den ellers langsomt gaar. Dette kan gøres med en Nøgle, der stikkes ind paa Valsens Akse. Denne Akse ses i Fig. 133 stikke frem forneden til venstre. Men ved Optrækningen maa Valsehjulet d naturligvis ikke følge med, da saa alle Værkets Hjul vilde snurre rundt. Derfor er Valsehjulet anbragt saaledes paa Valsen, at det kun kan

følge den i den ene Retning, ikke i Optrækningsretningen. Dette kan ske f. Eks. ved et Spærhjul som det pag. 199 Fig. 135 gengivne.

Hemningen (Gangen). Men hvorledes faar man nu Ganghjulet l til netop at gaa een Gang rundt i Minutten? Det er Loddets Træk, der, forplantet gennem Hjulene, ogsaa faar Hjulet l til at gaa rundt. Men fik Loddet Lov til at trække frit, vilde det stadig falde hurtigere og hurtigere; selv om Hjulet l i Begyndelsen gik rundt een Gang i Minutten, vilde det snart dreje sig hurtigere. Her er det nu, Pendulet træder til som den sindige Vogter og siger: Nej stop nu lidt. Pendulet vv ses i Fig. 133 til højre og maa tænkes at svinge lodret paa Bogen. En Gaffel pp omslutter med sin nederste vandrette Arm Pendulstangen; derved kommer Gafflen pp til at svinge med, og Gafflens Akse rr kommer altsaa ogsaa til at dreje sig lidt frem og tilbage. Midt paa Aksen rr sidder Ankeret m, der altsaa kommer til at svinge lidt frem og tilbage lodret paa Bogens Plan og derved kommer til at gribe ind i Ganghjulets Tænder snart med sin ene, snart med sin anden Hage. I Fig. 133, der viser Ganghjulet og Ankeret fra Siden, ses de ikke saa godt. Fig. 134 viser dem forfra. Her maa Ankerets Svingning og Hjulets Drejning tænkes foregaa i Papirets Plan. Ganghjulet l vil, drevet af Loddet, stadig gaa rundt i Pilens Retning. I Figuren er Ankeret i sit venstre Udsving; Ankerhagen o' er inde i et Indsnit af Hjulet, og dette kan altsaa ikke dreje sig. Men naar Ankeret saa svinger til højre, glider o'

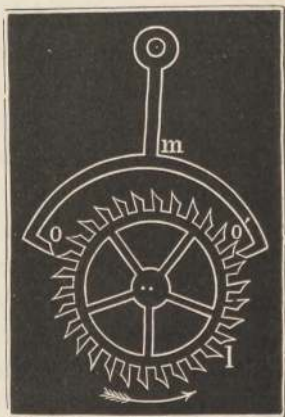
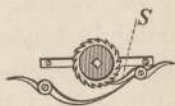


Fig. 134. Echappement.

er inde i et Indsnit af Hjulet, og dette kan altsaa ikke dreje sig. Men naar Ankeret saa svinger til højre, glider o'

ud af Indsnittet, Tanden nedenunder presser paa og glider langs Hagens skraa Side (Løftning), indtil den faar helt fri Passage, naar o' er kommet helt ud af Indsnittet. Men samtidig kommer saa o til Tænderne, glider langs en Tands skraa Side ned i et Indsnit, indtil den følgende Tand støder an mod o, saa at Hjulet atter standser. Naar nu Ankeret atter svinger til venstre, gaar o ud af sit Indsnit, o' træder ind i det Indsnit, der følger efter det, hvor den er i Figuren; Hjulet standses atter. Hver af Hagerne kommer altsaa kun ved hver anden Svingning ind i et nyt Indsnit. Er Pendulet et Sekundpendul, der foretager een Svingning i Sekunden, vil Hjulet i hver Sekund springe et lille Stykke videre, men dog kun avancere en Tand hver anden Sekund. Har det da 30 Tænder, vil det gaa rundt en Gang i Minutten. Det er Tandens Prellen mod den stoppende Ankerhage, der siger Tik Tak. Naar Hagen derimod glider ud af Indsnittet, presser den følgende Tand mod Hagens skraa Flade og meddeler den derved et mildt Skub, en behagelig Paamindelse om at skynde sig ud. Dette Skub gaar fra Ankeret over paa Pendulet og forhindrer, at Pendulet efterhaanden gaar i Staa. Hele dette Spil mellem Anker og Ganghjul kaldes Hemning (Gangen) eller med et fransk Ord Echappement (udtales Esjapmang), der betyder Bortsmutning. Det danske Ord Hemning tager altsaa Sigte paa, at Ganghjulet hvert Øjeblik hemmes i sin Bevægelse af Ankeret. Det franske Ord tager Sigte paa, at Hjulet kun med Mellemrum faar Lov til at smutte bort fra Ankerets Favntag. Af det beskrevne ses, hvor snild en Indretning saadant et Ur er. Man forstaar nu ogsaa ret, hvor rigtigt det er, hvad vi før sagde, at det er Loddet, der bevæger Urværket, Pendulet, der regulerer Bevægelsen. Gennem Ankeret hemmer Pendulet Bevægelsen af Hjulet i, saaledes at dettes Gang og derved hele Urets Gang bliver jævn. Derfor kaldes

dette Hjul l netop Ganghjul eller Hemhjul. Da Ganghjulet l gaar rundt en Gang i Minutten, vil en Viser, sat paa Enden k' af Aksen K (Fig. 133), ogsaa gaa en Gang rundt i Minutten og altsaa markere Sekunderne. Er Pendulet kortere end et Sekundpendul, altsaa kortere end en Meter eller 3 Fod, vil det svinge mer end 60 Gange i Minutten. Skal Ganghjulet l da gaa en Gang rundt i Minutten, maa det have flere end 30 Tænder, f. Eks. 40 Tænder, hvis Pendulet svinger 80 Gange i Minutten. Men da Ganghjulet ikke gerne maa have for mange Tænder, indskyder man i saadanne Tilfælde oftest endnu et Hjul, Sekundhjulet, der kommer til at ligge mellem Ganghjulet og Mellemhjulet. Ganghjulet og Sekundhjulet blive da ikke, som i Uret Fig. 133, et og samme Hjul, men to forskellige Hjul, saa at Hjulenes Rækkefølge bliver: Ganghjul-Sekundhjul-Mellemhjul-Minuthjul. Dette er navnlig Tilfældet i Lommeure.



Lommeuret. Er et Lommeur da Fig. 135. Spærhjul. ellers indrettet som et Pendulur? Ja, hvad Hjulværket angaar, er der ingen væsentlig Forskel; kun ere Hjulene paa Grund af den indskrænkede Plads mindre og mere sammentrængte. Selv Valsen findes i et Lommeur. Den er her naturligvis ikke lang, og den drives ikke rundt ved en vægtbærende Snor, der er viklet uden om Valsen, men ved en Drivfjeder, der sidder inde i den hule Valse. Valsen kaldes derfor her Fjederhus. Drivfjederen er et langt Staalbaand. Tager man et saadant Staalbaand med Haanden og søger at vikle det om Fingeren, vil man mærke, hvor stærk Modstand det gør; slipper man det, ruller det sig straks op igen med stor Kraft. Et saadant allerede noget sammenrullet Baand sættes med sin ene Ende fast ved Fjederhusets Akse, med sin anden Ende ved Fjederhusets indvendige Væg. Drejer man nu

Fjederhusets Akse i den Retning, i hvilken Baandet er rullet sammen, tvinger man det følgelig til at rulle sig endnu tættere sammen, og det er det, man gør, naar man trækker Uret op. For at forhindre, at Aksen efter Optrækningen drejer sig tilbage igen, er der paa dens ene Ende anbragt et Spærhjul. Som Fig. 135 tydelig viser, kan Aksen da kun drejes i den ene Retning, medens Spærhagen S, der griber ind i Hjulets skraa Tænder, hindrer en Drejning i modsat Retning.

Naar Fjederen nu ved Optrækningen er rullet stærkt sammen, søger den atter at strække sig, og da Spærhjulet hindrer den i at dreje Aksen, kommer den til at trække i Fjederhusets Væg, saa at Fjederhuset kommer til at gaa rundt, og nu have vi samme Spil som i Penduluret, hvor det var Valsen, der gik rundt. Paa Fjederhuset sidder et Tandhjul, Fjederhushjulet, der gaar rundt med det, og denne Bevægelse forplanter sig gennem en Række Tandhjul, ligesom i Penduluret, til Ganghjulet.

Det her nævnte Arrangement med Drivfjeder og Fjederhus er vel det almindeligste. Men der findes ogsaa andre Arrangementer. I nogle Ure f. Eks. er der intet Fjederhus; Drivfjederen ligger her med sin ene Ende fæstet til en af Urets faste Dele og med sin anden Ende fæstet til Optrækningsaksen. Det er da denne, der under Urets Gang drejes rundt af Drivfjederen og fører det Hjul med sig, der griber ind i Minuthjulet. I andre Ure er det ikke Aksen, men selve Fjederhuset, der drejes rundt ved Optrækningen; ogsaa derved rulles naturligvis Drivfjederen sammen. I moderne Ure sker Optrækningen ofte ikke ved en Nøgle, men ved den uden paa Uret siddende Optrækskrone (se Side 192).

Uroen. Men hvad er det nu, der regulerer Bevægelsen? Hvad er det, der hemmer Ganghjulet i et Lommeur? Et nok saa lille Pendul kan det naturligvis ikke være i et

Ur, der dingler i Vestelommen. Pendulet erstattes her af den saakaldte Uro, Fig. 136. En tynd Staaifjeder er bearbejdet saaledes, at den i en vis sammenrullet (spiralformet) Tilstand er i Hvile, d. e. hverken søger at indsnævre eller udvide sig. Den ene Ende af denne Spiral er sat fast ved F, den anden Ende staar i Forbindelse med Aksen af den drejelige Metalring B. Denne Ring kaldes Uroen eller Balancen. Naar Spiralen er i sin Hvilestilling, vil ogsaa Balancen staa stille. Men drejer man saa Balancen lidt, kommer man derved til at indsnævre eller udvide Spiralen; denne vil da søge tilbage til Hvilestillingen, men paa Grund af den derved erhvervede Hastighed overskride Hvilestillingen noget; saa vil den atter søge tilbage til Hvilestillingen o. s. v. Den vil altsaa komme til at svinge frem og tilbage omkring Hvilestillingen, og Balancen vil da ogsaa svinge frem og tilbage. Det er her det samme Spil som med Pendulet, der jo ogsaa svinger frem og tilbage, fordi det, hver Gang det naar sin Hvilestilling, d. e. den lodrette Stilling, har nogen Hastighed, der driver det videre. Svingningerne udgaa fra Spiralen; Balancen virker som et Svinghjul og giver Svingningerne Kraft og Stadighed.

Ved Uroen gælder nu det samme som ved Pendulet. Det kommer ikke an paa, om den gør lidt større eller mindre Udsving; den Tid, den bruger til en Svingning, er alligevel lige lang: Svingningerne ere ligetidige eller, som det med et fremmed Ord hedder, isokroniske. Men ligesom Pendulet i Varmen strækker sig og svinger langsommere, saaledes ogsaa Spiralen. For at bøde herpaa

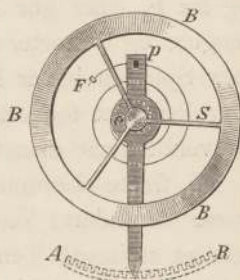


Fig. 136. Uro.

er der anbragt en flyttelig Viser. Lukker man Bagsiden af et Lommeur op, vil man i Reglen kunne se selve Uroen. Over den ser man Viseren, hvis lange, tyndere Ende peger paa en lille Bue, Fig. 136. Ved den ene Ende af Buen staar A (eller F), ved den anden R (eller S). Drejer man Viseren hen mod A, vil Uret gaa hurtigere, drejer man den hen mod R, vil det gaa langsommere. Hvorfor? Ja, ser man paa Viserens kortere tykke Ende, vil man se, at den presser mod Spiralen ved p, i Nærheden af det Sted F, hvor Spiralen er sat fast. Man vil tillige bemærke, at den Ende af Spiralen, der ligger mellem F og p, ikke svinger med. Flytter man nu Viseren hen imod A, saa fjerner p sig fra F, man gør den ikke svingende Del af Spiralen længere og forkorter altsaa Spiralens virksomme Del. Men naar Spiralen bliver kortere, blive Svingningerne, ligesom naar Pendulet forkortes, hurtigere: Uret vil gaa hurtigere. Omvendt, naar man flytter Viseren hen mod R.

I finere Lommeure er Uroen, ligesom Pendulet i finere Pendulure, kompenseret, d. e. indrettet paa af sig selv at udjævne Temperaturens Indflydelse. Balancen er da ingen sluttet Ring, men skaaren over i to Dele, der ere sammensatte af to forskellige Metaller og ved de frie Ender bære smaa Vægte. Disse krænges ved Varmen indad, saa at Balancens Svingarm bliver mindre; Balancen kan da svinge hurtigere og derved erstatte det, der gaar tabt ved, at Spiralen i Varmen slappes.

I Lommeure plejer Uroen at udføre 5 Svingninger i Sekunden; det kan ses paa, at Sekundviseren gør 5 Spring i hver Sekund. Men hvorledes faas disse Svingninger til at hemme Ganghjulet? Ja, her er der Forskel paa de forskellige Slags Ure. I Ankergangsuret sker det, ligesom i Penduluret, gennem et Anker A"AA' (Fig. 137), hvis to Hager vekselvis gribe ind i Ganghjulets Tænder. Den ene Gren af Ankeret, AA', er forlænget og ender i

en Gaffel gg, hvis to Grene vekselvis træffes af Stiften x (Ellipsen), hvorved Ankeret kommer til at bevæge sig frem og tilbage. Stiften x sidder nemlig paa Rullen u (Plateauet, udt. Platóet), og denne Rulle sidder paa Uroens Akse og svinger frem og tilbage med denne. Herved opstaar saa, som man ser, samme Vekselvirkning mellem Anker og Uro som i Penduluret mellem

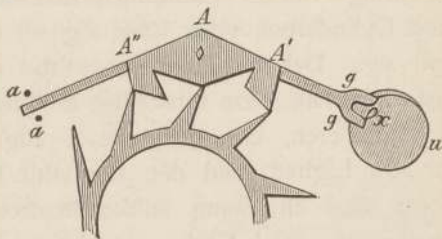


Fig. 137. Ankergang.

Anker og Pendul. Ankerets anden Gren AA'' er ogsaa forlænget, og de to faste Stifter aa hindre Ankeret i at gøre for store Udslag, naar den, der bærer Uret, f. Eks. gør en eller anden voldsom Bevægelse.

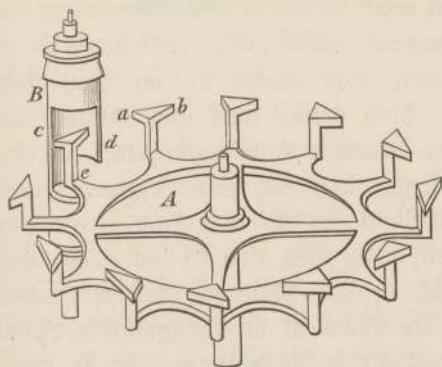


Fig. 138. Cylindergang.

Cylinderuret. Cylinderen B, Fig. 138, er et Rør med en Aabning cd til den ene Side, ej ulig et Skilderhus. Den sidder paa Uroens Akse og svinger med denne. Ganghjulets Tænder have den Form, der ses af Figuren.

Hver Tand støder først an mod Cylinderens ydre Væg og hemmes altsaa af denne. Naar Cylinderen saa har drejet sig saa meget, at Aabningen naar Tanden, springer

denne ind i Aabningen, men hemmes saa atter af den modsatte indre Væg af Cylinderen. Først naar Cylinderen sammen med Uroen svinger til den modsatte Side, kommer Aabningen i en saadan Stilling, at Tanden kan smutte ud og springe videre. Samtidig tørner saa den følgende Tand mod Cylinderens ydre Væg, og nu gentager det samme Spil sig. Det er Tændernes Stød mod Cylinderen, der siger Dik Dik. De forskellige Stillinger, Tanden indtager til Cylinderen, ere gengivne i Figuren 138 a. Spillet har stor Lighed med det, der vilde gaa for sig, naar en Vogn med en Stang stikkende frem fra Siden skulde gennem en smal Gyde, paa hvis ene Side der stod et Skilderhus. Vender Skilderhuset sin Aabning mod Gyden, og kommer Stangens Ende da til at støde lidt mod Skilderhuset, kan man dreje dette, indtil Aabningen kommer ud for Stangens Ende. Kører man da lidt frem med Vognen, kommer Stangens

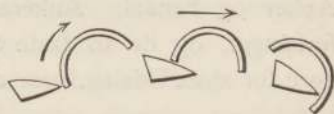


Fig. 138 a.

Ende ind i Skilderhuset, men støder nu an mod dets modsatte indre Væg. Men drejer man saa Skilderhuset til den modsatte Side, kommer Aabningen atter ud for Stangens Ende, og denne kan nu, naar Vognen kører frem, komme helt fri af Skilderhuset. Idet Tanden springer ind i Cylinderaabningen, giver den den Cylindervæg, den lige er kommen fri af, et lille Skub (se den mellemste Stilling i Fig. 138 a), der tjener til at vedligeholde Cylinderens og derigennem Uroens Svingninger, saa at disse ikke efterhaanden blive mattere. Cylinderuret kan noget bedre taale voldsomme Bevægelser end Ankergangsuret, og et Cylinderur gaar i Almindelighed bedre end et simpelt Ankergangsur. Men ellers er Ankergangsuret at foretrække, og da det nu er blevet billigere end tidligere

sving, træffer den Enden af Guldfjederen n og bøjer den og gennem den ogsaa Fjederen m lidt til højre. Derved flyttes ogsaa Hvilestenen lidt til højre, Ganghjulets Tand s gaar fri af den, og Ganghjulet kan nu dreje sig videre. Men saa standses den næste Tand t af Hvilestenen, der imidlertid er kommen tilbage til sin Plads, fordi Fjedrene m og n have bøjet sig tilbage, og saaledes fortsættes Spillet. En anden Edelsten Z_1 , der sidder paa en større Rulle E (Cirkelen) og ogsaa svinger med Uroen, faar, hver Gang Ganghjulet springer videre, et lidet Skub af en af de springende Tænder, og dette tjener til at vedligeholde Uroens Svingninger.

Fri Gang. I Kronometeret er Uroens Gang altsaa næsten helt fri; det er kun ved hver anden Svingning af Uroen, at denne træder i Forbindelse med det øvrige Urværk ved at bøje ovennævnte Guldfjeder. I Skibskronometeret f. Eks. er Uroens Svingningstid $\frac{1}{4}$ Sekund; men kun hver $\frac{1}{2}$ Sekund, naar Uroen svinger til højre, kommer den gennem Stenen Z_2 i Forbindelse med Guldfjederen. Og denne Forbindelse varer endda kun en overordentlig lille Brøkdelen af en Sekund. Man kan gøre sig en Ide herom ved at aabne et saadant Kronometer bagfra. I Cylinder- og Ankergangsuret ser man Ganghjulet dreje sig; men i Kronometeret ser det ud, som om det hele Tiden stod stille, saa lynsnart foregaar hvert enkelt Spring. Hvor uafhængig af det øvrige Urværk Uroen er i et Kronometer, kan man ogsaa se af følgende. Er et Cylinder- eller Ankergangsur gaaet i Staa, fordi man har glemt at trække det op, saa gaar det straks igen, naar man trækker det op. Det kommer af, at Ganghjulets Tænder saa presse mod Cylinderen eller Ankeret, hvorved atter Uroen faar et Skub. Men et Kronometer, der er gaaet i Staa, gaar ikke igen blot ved at trækkes op; man maa ogsaa give det et lille Sving; først da giver Uroen sig til at svinge,

og Uret gaar. Det forholder sig altsaa ligesom et Pendulur; det er ikke nok at trække et Pendulur op, naar det er gaaet i Staa; man maa ogsaa sætte Pendulet i Svingning.

Kronometerets Behandling. Derved at Uroen i Kronometeret næsten hele Tiden svinger aldeles frit, kommer Spiralens Egenskab som jævnt svingende Apparat til sin fulde Ret, saa at Kronometeret er det bedste transportable Ur, man har. Men til Gengæld taaler det kun daarlig Rystelser, Drejninger eller andre Bevægelser, der kunne bringe Spiralen til at svinge anderledes, end den vilde gøre af sig selv. Det egner sig derfor ikke til Lommeur. Vel har man Kronometere i Lommeur-Format; men gaar man med et saadant i Lommen, gaar det som oftest ikke saa godt som et godt Ankergangsur, ja det gaar endog ved pludselige Bevægelser meget let i Staa. Det kan saa endda hænde, at man senere kommer til at gøre en Bevægelse, der atter bringer det i Svingning, og vil man saa ved Lejlighed se, hvad Klokken er, bliver man narret, fordi man tror, at det har gaaet hele Tiden, medens det i Virkeligheden har staaet i kortere eller længere Tid. Man gør derfor bedst i at lade et Kronometer ligge hjemme vandret i en Æske. Skal man bringe et Kronometer fra et Sted til et andet, maa man helst bære det vandret i Æsken og paa Vejen undgaa heftige Bevægelser og navnlig hurtige Drejninger. Skibskronometre ere gerne anbragte i Kasser (saakaldte Bokser, hvorefter Udtrykket Bokskronometer), i hvilke de hænge i »kardansk Ophængning«, paa samme Maade som Skibskompasset, saa at de trods Skibets Bevægelser altid komme til at indtage en vandret Stilling.

Sneglen. I Kronometeret er Uroen naturligvis altid »kompenseret« (se pag. 202), saa at den trods Spiralens Udvidelse ved Varmen altid svinger ens. Men der er ogsaa sørget for Drivfjederens ligelige Afvikling. Det er

nemlig indlysende, at Drivfjederen virker kraftigst, lige naar Uret er trukket op, fordi den saa er mest spændt. Efterhaanden, som den ved Urets Gang afvikler sig, bliver den svagere, indtil den til sidst bliver helt slap, naar man glemmer at trække Uret op i rette Tid. For at modvirke dette, benytter man nu til Dags i almindelige Ure, og ogsaa undertiden i Kronometere, meget lange Drivfjedere, der ere snoede mange Gange sammen. Fjederen er da hele Tiden mellem to Optrækninger ungdommelig spændstig og slappes ikke videre, lige saa lidt som Menneskets Spændstighed aftager i de første Ungdomsaar. Men man

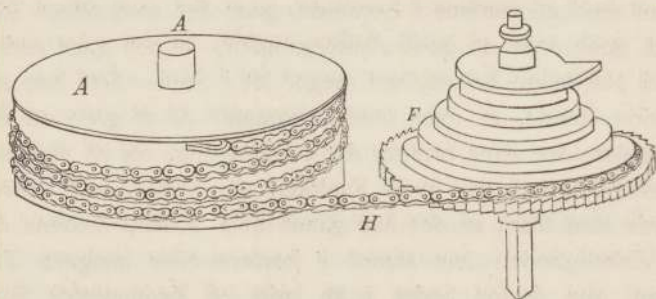


Fig. 140. Sneglen.

benyttede ogsaa tidligere i Lommeure og benytter endnu i Kronometere den saakaldte Snegl. Denne Indretning ses af hosstaaende Figur 140. En Kæde H er med sin ene Ende fæstet til Fjederhuset A, med sin anden Ende til Sneglen F forneden, hvor denne er bredest. Naar man trækker Uret op, er det Sneglen, man drejer. Derved vikles Kæden om Sneglen, først om dens nederste bredere Gænger, derpaa efterhaanden op om de smallere. Kæden kommer derved til at vikle sig af Fjederhuset, drejer altsaa dette og spænder derved den inden i Fjederhuset siddende Drivfjeder. Efter Optrækningen begynder nu Fjederen at

dreje Fjederhuset i modsat Retning, Kæden vikler sig efterhaanden atter rundt om Fjederhuset og vikler sig altsaa af Sneglen, først der, hvor denne er smallest, derpaa videre af de bredere Gænger. Men det er indlysende, at der skal mere Kraft til at trække Kæden af de smallere Gænger end af de bredere. Straks efter Optrækningen, naar Fjederen er kraftigst, er det altsaa ogsaa sværere for den at dreje Sneglen. Efterhaanden, som den bliver svagere, bliver ogsaa dens Arbejde lettere, og derved bevirkes, at den Kraft, hvormed den driver Urværket, hele Tiden er lige stor.

Taffeluret eller Stueuret er ofte en Blanding af Pendul- og Lommeur. Dets Bevægelse reguleres af et Pendul. Men Værket drives, ikke af en Vægt, som i Penduluret, men af en Drivfjeder, som i Lommeuret. For øvrigt ligner Værket andre Ures.

Slagværket er det, der faar et Ur til at slaa. Det er et selvstændigt Værk, drevet af en egen Vægt eller Drivfjeder. Det bestaar i Reglen af 5 Hjul, der gribe ind i hinanden; det sidste Hjul, der kommer til at gaa hurtigst, bærer et Vindfang, som altsaa ogsaa snurrer rundt, men hemmes noget af Luftens Modstand, saa at Værket ikke løber løbsk og Urslagene falde ligeligt. Et af Hjulene er forsynet med Stifter; hver Gang en saadan Stift kommer til at skubbe til Armen af en Hammer, slaar Hammeren an mod en Klokke og frembringer et Slag. Fik Værket nu Lov til at gaa hele Tiden, vilde det blive ved at slaa, lige til Loddet eller Drivfjederen var løbet ud. Og dette er ogsaa Tilfældet i Vækkerure. Men ellers er Slagværket stoppet; kun naar Uret skal slaa, skubber en i Urværket anbragt Stift til Stopperen og udløser Slagværket. Men hvad bevirker, at det hver Gang slaar netop det rigtige Antal Slag? Det gør Slaaskiven. Fig. 141 viser Slaaskiven, som den ser ud i et Ur, der kun slaar hele Timer. Den er delt i ulige store Stykker 1, 2, 3 12, adskilte ved Indsnit. Armen foroven

ender med en Hage, der her ses nede i Indsnittet mellem Delene 4 og 5. Naar Slagværket udløses, hæver Hagen sig, og Slaaskiven kan nu dreje sig. Saa længe Delen 5 glider hen under Hagen, slaar Uret, og det faar akkurat Tid til at slaa 5 Gange, inden Indsnittet mellem 5 og 6 naar hen under Hagen. Saa falder Hagen ned i dette Indsnit, Slaaskiven kan ikke dreje sig mere, og med den er hele Slagværket stoppet. Naar Klokken er 6, udløses Slagværket atter, Delen 6 glider hen under Hagen, og da

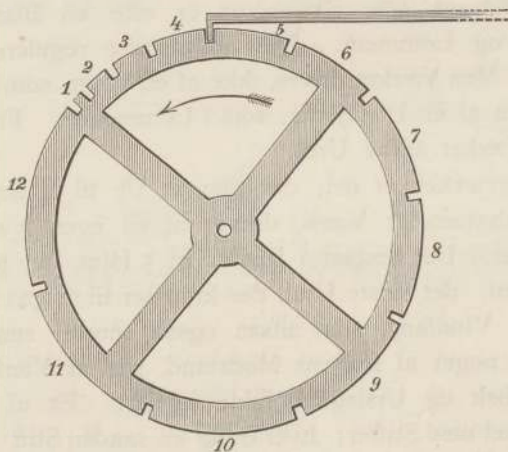


Fig. 141. Slaaskiven.

denne Del er lidt større end Delen 5, faar Slagværket Tid til at slaa 6 Slag o. s. v.

Urenes Behandling. I det foregaaende er der givet flere Vink om, hvorledes man skal behandle et Ur. Følgende kan tilføjes. For alle de Ures Vedkommende, der gaa med Fjederkraft, er det af stor Vigtighed, at Optrækningen foregaar til bestemte Tider; Taffel- og Stueure, af hvilke de fleste kunne gaa i 14 Dage eller derover, bør man dog helst trække op hver Uge, da de ellers altid ville tabe

mod Slutningen paa Grund af, at Fjederen da har tabt en Del af sin Trækkraft. Ved Optrækning af Stueure med Lodder, f. Eks. bornholmske Stueure, maa man, selv om de synes lidt svære at trække op, aldrig understøtte Loddet med den anden Haand, da Snorene derved ville komme i Uorden, hvilket saa kun kan rettes af en Urmager. Naar vi med Hensyn til Stueure give det Raad at undgaa at skubbe til dem, samt ikke at stille dem tilbage, hvis de ere forsynede med Slagværk, kunne vi vende os til Lommeurene. Man kan undertiden, særlig om Foraaret og Efteraaret, se en Klynge Dreng med en Konfirmand i Midten staa og stikke Hovederne sammen, hvilket betyder, at Konfirmanden er i Færd med at fremvise Værket i sin kæreste Konfirmationsgave. Kære Konfirmand! Lad være med det. Der kan let falde noget ind i Uret, eller der kan fremkomme Rust paa Urets fine Staaldele, ved at der aandes i det, og det betaler sig aldrig. Hold Hævd over det til Minde om Giveren, hvem ved, hvor naar du selv kan anskaffe det næste? I det hele taget bør man ikke lukke Uret op oftere end nødvendigt og aldrig lade »kloge Folk« kigge i det eller pille ved Værket, hvis det er gaaet i Staa; det ender altid med en større Urmagerregning. Uret bør helst trækkes op om Morgenens, for at Fjederen, medens det bæres, kan være i Besiddelse af sin største Kraft, hvorved den bedst modarbejder Rystelser og lignende. Det er gavnligt af og til at rense sin Urlomme for Støv o. l., for at det ikke skal trænge ind i Uret. At have Uret i Armbaand eller lade det hænge og dingle paa Brystet, som Damer gøre, er aldeles forkasteligt; det vil aldrig kunne gaa regelmæssigt paa den Maade. Naar man ikke har Uret i Lommen, bør man hænge det op og helst paa et Sted, hvor det ikke »fryser«. Som Regel bør man lade sit Ur efterse af en dygtig Urmager hvert tredie Aar og da ikke gaa for strengt i Rette med ham, hvis

det skulde trænge til en lille Efterregulering, hvad det næsten altid gør paa Grund af de forandrede Forhold, det kommer til at arbejde under. Jo finere et Ur er, desto omhyggeligere bør man behandle det, hvorved dog maa bemærkes, at et Urs Finhed ikke beror paa, om Kapslerne ere af Guld eller Sølv, men om Fjedrene ere gode, Hjulværket godt, Stenene, i hvilke Tapperne dreje sig, ædle o. s. v.

Til Slutning endnu kun dette, som heldigvis ikke kommer ind under den daglige Behandling af Uret. Er man saa uheldig at tabe sit Ur i Vandet, eller kommer der paa anden Maade Fugtighed til, gør man bedst i straks at hælde det fuldt af Olie, hvorved man forhindrer Vandet i at angribe Urets Staaldele, og derefter saa snart som muligt bringe det til Urmageren; Reparationen bliver da billigst.

Urets Stand og Gang. Man siger i daglig Tale, at et Ur gaar 2 Minutter for sagte, naar det viser 2 Minutter mindre, end det skulde. Men viser Uret ogsaa den følgende Dag 2 Minutter mindre, end det skulde, gaar det jo egentlig rigtig, det staar blot galt. Man maa derfor skelne mellem Urets Stand og Gang. Viser Uret 2 Minutter mindre, end det skulde, er dets Stand + (plus) 2 Minutter; man maa nemlig da lægge to Minutter til Urets Angivelse for at faa det rigtige Klokkeslæt. Viser det 2 Minutter mere, end det skulde, er dets Stand — (minus) 2 Minutter. Vinder Uret daglig 3 Sekunder, er dets daglige Gang — 3 Sek.; taber det daglig 3 Sek., er dets daglige Gang + 3 Sek. Et Præcisionsur, f. Eks. et Skibskronometer, stiller man aldrig eller kun sjældent; vil man have det ganske nøjagtige Klokkeslæt, tager man Hensyn til Urets Stand og Gang. Det maatte man ogsaa tidligere gøre ved

Normaluret, der er opstillet i Hallen under Nikolaj Taarn i Kjøbenhavn og reguleres af Observator. Paa en Tavle var angivet f. Eks., at Urets Stand den 15. Marts

var — 20 Sek., den daglige Gang + 2 Sek. Man kunde da let regne ud, at man den 18. Marts maatte trække 14 Sekunder fra Urets Angivelse for at faa det nøjagtige Klokkeslæt. Dette Arrangement holdt ogsaa Urmagerne mest af. Men de mange andre, der besøge Normaluret for at kontrollere deres Ure, vilde helst umiddelbart af Uret kunne se, hvad Klokken var paa Sekunden, og det holdes derfor nu stadig inden for den rigtige Sekund. Ganske vist kan man, trods Urmagerkunstens Fremskridt, aldrig faa et Ur til at gaa absolut rigtigt, undtagen maaske i et underjordisk Rum med altid ens Temperatur og i en

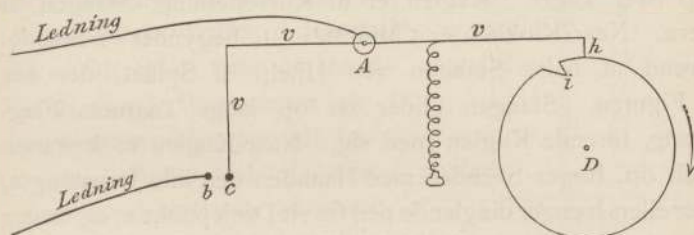


Fig. 142 a. Fra Tidssignaluret.

nogenlunde lufttom Kasse. Men paa Normalurets Pendulstang er der anbragt en liden Tallerken med smaa Blyvægte i. Gør Uret Mine til at ville tabe, lægges endnu en Blyvægt paa Tallerkenen; derved hæver Pendulets Tyngdepunkt sig, og Uret gaar lidt hurtigere. Tager man en Blyvægt ud af Tallerkenen, gaar Uret lidt langsommere.

Tidssignal. Ure kunne paa mangfoldige Maader bringes til af sig selv at give Signaler til bestemte Klokkeslæt. Vi ville her blot omtale Tidssignalet, der hver Søgnedag præcis Kl. 1 gives fra Nikolaj Taarn i Kjøbenhavn. Tidssignaluret staar paa Observatoriet. Derfra udgaar, som Fig. 142 a viser, en Ledning til Nikolaj Taarn. Men ordent-

ligvis er Ledningen afbrudt, idet Platinstykkerne b og c ikke berøre hinanden. vvv er en om A drejelig Vægtstang, der til højre ender i Hagen h. D er en Rulle, der sidder inde i Urværket og gaar rundt saaledes, at Indsnittet i hver Dag præcis Kl. 1 kommer lige under Hagen h. Denne falder da, trukken af den i Figuren synlige Fjeder, ned i Indsnittet, højre Side af Vægtstangen v synker, venstre Side hæver sig, og c kommer da hen til b, eller, som man siger, i Kontakt med b. Ledningen er nu sluttet, og der gaar en elektrisk Strøm fra Uret til Maskineriet i Taarnet (Fig. 142 b). Dette staar i et Rum under Taarnets Tag. Kun Stangen (Kuglestangen), der fører Kuglen, rager op over Taget. Kuglen er af Kurvefletning, Stangen af Jern. Naar Klokken er 5 Minutter i 1, begynder en Smedesvend at hejse Stangen ved Hjælp af Spillet, der ses i Figuren. Stangen glider da op langs Taarnets Flagstang, førende Kuglen med sig. Naar Kuglen er kommen helt op, hæver Svenden med Haanden den lille Jernstang a, der ellers hænger dinglende ned fra sit Drejepunkt x, og fæster Hagen i dens venstre Ende til en Hage i højre Ende af Stangen b; denne er til venstre for AB forlænget med Stykket c. Idet han har hævet Stangen a, har han ogsaa løftet den paa samme siddende Stang kk, og derved ere to Greb komne til at gribe fat om et Stempel, der sidder nederst paa Kuglestangen, se i Fig. 142 b til venstre for det øverste k. Kuglestangen støttes nu af disse Greb. Saa vikler Svenden Tovet af Spillets Valse, for at dette ikke skal snurre rundt, naar Kuglen falder. Derpaa hæver Svenden Hammeren, som ellers hænger ned fra sit Drejepunkt, og fæster den til Hagen H. Og nu er alt i Orden, som Figuren viser, til at Kuglen kan falde. Idet Strømmen Kl. 1 præcis indledes fra Signaluret paa Observatoriet, trækker Elektromagneten m ved n Hagearmen til sig, H giver da Slip

paa Hammeren, og denne falder tungt ned paa Stangen c. Derved glide Hagerne i b og a fra hinanden, og a falder ned, k synker, Grebene om Stemplet give Slip paa dette, og Kuglestangen falder nu ved sin egen Vægt, trækkende Kuglen med sig. Idet Kuglestangen falder, glider Stemplet ned i det Rør, der i Figuren ses under Stemplet. Røret slutter temmelig tæt om Stemplet; dette kommer altsaa til at sammenpresse Luften i Røret, saa at Stemplet, naar det naar Rørets Bund, ikke støder sig, men tværtimod hopper lidt, førend det kommer til Hvile. En opmærksom Iagttager vil ogsaa se, at Kuglen, førend den efter Faldet slaar sig til Ro, gør nogle sirlige Hop.

Den samme Strøm, som Observatoriets Signalur Kl. 1 præcis sender op til Taarnet, gaar ogsaa til Telegrafstationen paa Postgaarden og sætter et elektrisk Ringeapparat i Bevægelse. I samme Øjeblik sendes Signalet videre til Telegrafstationerne i mange Provinsbyer; Skibskaptajner og Urmagere have hver Dag hen ad Kl. 1 fri Adgang til dem.

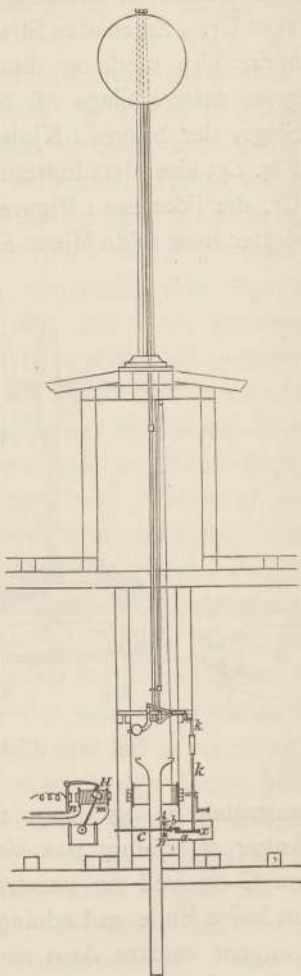


Fig. 142 b. Tidssignalet paa Nikolai Taarn.

Elektriske Ure. Vi have af Fig. 142 a set en Maade, paa hvilken en elektrisk Strøm til en given Tid kan sluttes af et Ur. En saadan Strøm kan ogsaa bruges til at regulere andre Ure med, og disse kaldes da elektriske Ure. Der gives mange Slags af dem. Vi ville her kun omtale en Slags, der bruges i Kjøbenhavn f. Eks. i Frelserens Taarn. Fig. 143 viser dets Indretning i Hovedtrækkene. Det ledende Ur, der ikke ses i Figuren, staar i Foden af Taarnet. Det slutter hver fulde Minut en Strøm, der gaar gennem Elektro-

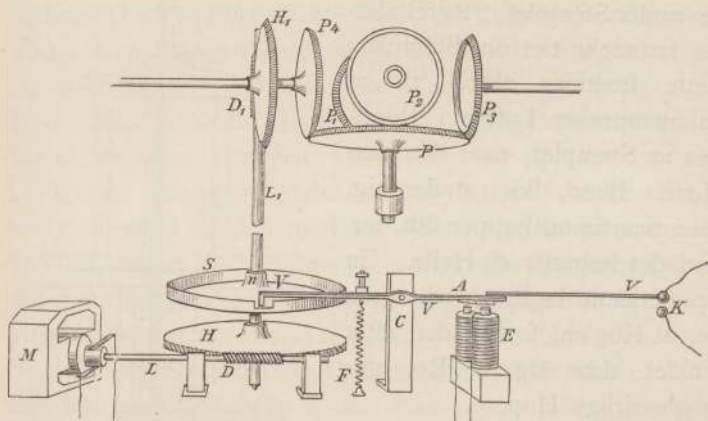


Fig. 143. Elektrisk Ur (Minutspringer).

magneten E, og denne tiltrækker da Ankeret A. Dette Anker er anbragt paa Vægtstangen VVV, der er drejelig om C og ved sin venstre Ende bærer en Spærhage, ved sin højre Ende en Ledningstraad. Fjederen F holder Vægtstangens venstre Arm nede, saa at Spærhagen er nede i Indsnittet paa Skiven S. Men saa snart A ved den fulde Minut trækkes ned paa E, løftes Spærhagen ud af Indsnittet. Samtidig synker højre Ende af Vægtstangen ned paa K, der ogsaa bærer en Ledningstraad, og derved sluttes en anden Strøm, der gaar gennem Elektromotoren M.

Denne begynder saa at arbejde, drejer Aksen L, Skruen D og gennem denne Hjulet H, Aksen L_1 og Skiven S. Aksen L_1 bærer Skruen D, der atter drejer Hjulet H_1 . Imidlertid har Ledeuret ophørt at slutte Strømmen gennem E, denne tiltrækker saa ikke mere A, og naar S er gaaet en Gang rundt, og Indsnittet atter kommer hen under Spærhagen, falder denne ned i Indsnittet. Højre Ende af V løsner sig da fra K, Strømmen gennem M ophører, og det hele gaar i Staa. Næste fulde Minut gentager samme Spil sig. Naar Hjulet H_1 drejer sig, dreje ogsaa de 4 Hjul P_4 , P_3 , P_2 og P_1 sig, de tre sidste gennem Hjælpehjulet P. Akserne af de 4 Hjul stikke ud gennem Taarnets Sider og føre her hver sin Minutviser, svarende til de 4 Urskiver. Og nu ere Skruerne og Skruehjulene saaledes afpassede, at Minutviserne gaa en Minut frem, hver Gang H og S drejer sig en Gang. Hvert af de 4 Hjul fører naturligvis et Viserværk som det i Fig. 132 fremstillede, tjenende til ogsaa at føre Timeviseren rundt.

Et elektrisk Ur, som det her beskrevne, gaar altsaa ikke hele Tiden, men springer kun hver fulde Minut en Minut frem. Det kan derfor passende kaldes en Minut-springer. Men for øvrigt følger det nøjagtigt Ledeuret. Dette kan staa lunt og godt og være let at regulere, medens f. Eks. et Taarnur med selvstændigt Værk paa Grund af Træk og de store Værkdeles Tyngde er meget vanskeligere at regulere; et Ledeur kan jo desuden lede flere Minutspringere. Disse benyttes derfor meget, især i offentlige Lokaler, som rejsende i Udlandet ville have bemærket. De ere af forskellige Konstruktioner. Den i Frelserens Taarn er af Kemp & Lauritzen i Kjøbenhavn. Den har ogsaa et Slagværk, som ligeledes drives ad elektrisk Vej, men ikke er gengivet i Fig. 143.

Lidt om Urets Historie. I Oldtiden brugtes foruden Solure, der endnu kunne findes i Haver eller paa Mure,

Vandure og Sandure. Man saa paa dem, hvad Klokken var, ved at se efter, hvor dybt Vandet eller Sandet var sunket i en Beholder med et smalt Udløb forneden. Endnu Tycho Brahe brugte Kviksølv paa samme Maade til Udmaaling af mindre Tidsrum, og Sandure, de saakaldte Timeglas, benyttes jo endnu noget f. Eks. af Søfolk og Fotografer. Vandurene sattes senere i Forbindelse med Maskinerier, saa at de kunde føre Visere, slaa og gøre andre Kunster. I Middelalderen fremkom Ure med Hjulværk, drevet af Lodder; deres Opfindelse tilskrives den franske Munk Gerbert, der af Almuen ansaas for Trolldmand og senere blev Pave under Navn af Sylvester II (død 1003). Deres Gang reguleredes paa mange forskellige Maader; men det var dog først, da Hollænderen Huygens 1657 fandt paa at anvende Pendulet som Regulator, at de bleve til de udmærkede Tidsmaalere, de nu ere under Navn af Pendulure. Echappementet i disse (se ved Fig. 134) forbedredes væsentlig af Englænderen Graham omtrent Aar 1700. Lommeuret, drevet af en Fjeder, opfandtes omkring Aaret 1500 af Heinlein i Nürnberg. De første Lommeure vare ovale af Form og kaldtes derfor Nürnberger-Æg. For øvrigt lavedes de snart saa smaa, at de kunde anbringes inde i de den Gang brugelige store Frakkeknapper. Men først senere opfandtes, formodentlig af Huygens, Spiralen, der nu regulerer vore Lommeure. Cylindergangen (se ved Fig. 138) opfandtes af ovennævnte Graham. Ole Rømer har fundet den bedste Form for Tandhjulenes Tænder. Kronometeret opfandtes 1726 af Englænderen Harrison; han fik derfor den Præmie af 20,000 Pund (360,000 Kr.), som det engelske Parlament havde udsat for Opfindelsen af et Ur, der ogsaa til Søs kunde gaa nøjagtigt og derved tjene til Bestemmelse af, hvor Skibet befandt sig.

Et Ur kan, foruden at vise Timen og Minutten, ogsaa indrettes paa at vise Aar, Datum, Fester, Maanens Fase m. m. samt paa at udføre alskens Kunststykker. I Historien omtales mange saadanne Ure. Et af de mest bekendte er det i Katedralkirken i Strasborg; det stammer fra sidste Halvdel af det 16. Aarhundrede. I vore Museer og Samlinger findes adskillige mærkværdige Ure.

TIDEN.

Urene angive Tiden, men bestemme den ikke. Urene maa rette sig efter Tiden og ikke omvendt. Det, der bestemmer Tiden, er Himmellegemernes og da navnlig Solens Bevægelse. Solen staar egentlig stille. Det er Jorden, der drejer sig omkring sig selv og tillige løber rundt om Solen. Men for os ser det ud, som om det var Solen, der løb rundt om os. Vi se den hver Dag komme højest paa Himlen ved Middagstid, gaa ned om Aftenen, staa op om Morgenens og saa atter komme højest paa Himlen ved Middagstid.

Sand Soltid. Den Tid, Solen er om saaledes at løbe een Gang rundt, kaldes et sandt Soldøgn. Naar Solen staar højest paa Himlen i Syd, er det sand Middag eller Kl. 12 Middag efter sand Soltid. Naar Solen derefter har løbet $\frac{1}{24}$ af Himlen videre, er Klokken 1 Eftermiddag efter sand Soltid o. s. v. Det er denne Slags Tid, de saakaldte Solure vise, som man ser opstillede i Haver og paa andre frie Steder. Skyggen af en Stift eller Akse, der staar skraat og er parallel med Jordens Akse, falder paa en efter Timer inddelt Kreds og viser Klokkeslættet efter sand Soltid. Sand Middag kan angives af enhver

Iodret Stang, Vinduespost eller lignende, naar der fra dens Fod en Gang for alle er draget en Linie lige mod Nord. Hver Gang Stangens Skygge falder langs denne Linie, staar Solen lige mod Syd, og det er sand Middag. Ved man ad anden Vej, i hvilket Øjeblik sand Middag indtræffer paa en bestemt Dag, kan man benytte denne Lejlighed til at drage nævnte Linie, der maa gaa langs Stangens Skygge i det Øjeblik. En anden Maade at finde Liniens rigtige Retning paa, er angiven i Almanakken under Overskriften »Bestemmelse af Middagslinien«.

Sand Soltid er ujævn. Men, vil man sige, hvorfor tilføjes her stadig Ordet: sand? Gives der da en Soltid, som ikke er sand? Ja, paa en Maade.

Jordens Aksedrejning foregaar fuldstændig jævnt. Men Jordens Løb om Solen er noget ujævnt og foregaar tilmed noget skraat imod Jordens Drejningsplan. Følgen er, at Solens tilsyneladende Bevægelse er noget ujævn, og den sande Soltid bliver altsaa ogsaa noget ujævn. Det sande Soldøgn er længst ved Midvinter, kortest ved Efteraarets Begyndelse, næsten en Minut kortere end ved Midvinter. De 100 sande Soldøgn fra 2. November til 10. Februar repræsentere et Tidsrum, der er næsten en Time længere end de 100 sande Soldøgn fra 25. Juli til 2. November.

Skulde nu et Ur følge den sande Soltid, maatte det altsaa ogsaa gaa ujævnt. Ja, vil mangel en her udbryde, det gøre de alle alligevel, mer eller mindre. Og det er sandt nok: Urene ere, ligesom vi Mennesker, ikke saa gode, som de burde være. Men at faa et Ur til at gaa ujævnt efter bestemte Regler, saa at det fulgte Solens Ujævnheder, vilde dog være et langt større Kunststykke end at faa det til at gaa jævnt. Urmagerens Ideal er et Ur, der gaar jævnt, i det daglige Liv vil man ogsaa have jævn Tid, og man har da i Stedet for den sande Soltid indført den saakaldte Middelsoltid.

Middelsoltid. Man tænker sig en Sol, Middelsolen, der ikke, som den sande Sol, gaar ujævnt, men jævnt. Naar Middelsolen staar lige i Syd, siger man, at det er Middelmiddag eller Kl. 12 Middag efter Middelsoltid; naar den er vandret $\frac{1}{24}$ Del af Himlen videre, siger man, at Kl. er 1 Eftm. efter Middelsoltid o. s. v. Man kan naturligvis ikke se Middelsolen, da den kun er et tænkt Himmellegeme. Men Astronomerne have regnet ud, hvor langt forud eller bagud for den virkelige Sol den staar til enhver Tid af Aaret, og angivet dette i Tabeller, f. Eks. saaledes:

Naar Klokken er 12 efter sand Soltid, skal Klokken efter Middelsoltid være:

den 10. Februar	12·14	den 26. Juli	12·6
den 14. April	12·0	den 31. Aug.	12·0
den 14. Maj	11·56	den 2. Nov.	11·44
den 14. Juni	12·0	den 24. Dec.	12·0.

Tabellen er her kun gengivet i sine Hovedtræk, hvoraf man ser, at fire Gange om Aaret, nemlig midt i April, midt i Juni, sidst i August og ved Juletid, er Klokkeslættet efter Middelsoltid det samme som efter sand Soltid, i Februar derimod 14 Minutter mere, i Begyndelsen af November 16 Minutter mindre.

Tidsjævningen. Det Antal Minutter, man saaledes skal lægge til eller trække fra den sande Soltid for at faa Middelsoltiden, kaldes Tidsjævningen, netop fordi den udjævner den sande Sols smaa Uregelmæssigheder. Den skaffer os jævn Tid.

Forskellige Klokkeslæt. Hverken efter sand Soltid eller efter Middelsoltid kan Klokken i et og samme Øjeblik være ens overalt. Er det Dag hos os, maa det være Nat paa den modsatte Side af Jorden. Er det Middag hos os, saa er det Morgen i Amerika, Aften i Kina og Nat ude i det stille Hav.

Stedtid. Hvert Sted paa Jorden har altsaa sit naturlige Klokkeslæt, eller Klokkeslæt efter Stedtid, til Forskel fra de kunstige Klokkeslæt, vi nu snart skulle omtale. Naar Middelsolen staar lige i Syd for Kjøbenhavn, er Kl. 12 efter Kjøbenhavns Stedtid. I samme Øjeblik er Klokken i St. Petersborg 1:11 Eftm., i London 11:10 Form., paa St. Croix 6:51 Form. Før 1880 benyttedes Stedtid her i Danmark. Naar det var Middag i Kjøbenhavn, var Klokken paa Bornholm 10 Min. over 12, i Ribe manglede den et Kvarter i 12. Sæt nu, at Rejsen fra Kjøbenhavn til Ribe tager nøjagtig 10 Timer. Man rejste fra Kjøbenhavn f. Eks. Kl. 8 om Morgen; men naar man kom til Ribe, var Klokken der ikke 6 Eftm.; den manglede et Kvarter i 6. Det saa da ud, som om man kun havde været $9\frac{3}{4}$ Time om Rejsen. Rejste man derimod fra Ribe til Kjøbenhavn, saa det ud, som om man havde været $10\frac{1}{4}$ Time undervejs. Jernbanerne kunde ikke finde sig i disse forskellige Klokkeslæt og rettede derfor deres Køreplaner og deres Ure efter Kjøbenhavns Klokkeslæt. Men saa tænkte Folk rundt omkring i Provinsbyerne: Ja, naar Stationsuret viser Kjøbenhavns Tid, saa lad os rette os efter det; det er saa kedeligt at have to Slags Tider, og Forskellen mellem Kjøbenhavns og vor egen Tid er jo endelig ikke saa stor. Og saaledes kom Loven af 6. Febr. 1880 i Stand, ifølge hvilken Kjøbenhavns Tid skulde være fælles for hele Kongeriget. Saadan Tid kaldes

Nationaltid, i vort Tilfælde dansk Tid. Ogsaa i andre Lande benyttedes saadanne Nationaltider; der gaves svensk Tid, der var 10 Minutter mere end dansk Tid, bayersk Tid, württembergsk Tid, engelsk Tid o. s. v.

Ved Nationaltiden havde man nu opnaaet, at Klokken inden for Landets Grænser var ens. Men heller ikke dette tilfredsstillede i Længden. Der var for mange Nationer. Toget fra Paris til Konstantinopel havde at regne med

11 forskellige Tider. Paa Bodensøen, der omkredsdes af 5 Stater, havde Skibskaptajnerne at regne med 5 forskellige Tider. I Nordamerika var der særlig stor Forvirring, idet hvert af de talrige Jernbaneselskaber havde sin Normaltid. Man fandt da paa at indføre den saakaldte

Zonetid. Steder, der ligge lige Nord og Syd for hverandre, siges at ligge i samme Meridian. De have ens naturligt Klokkeslæt, d. e. ens Klokkeslæt efter Stedtid. Alle de Steder f. Eks., der ligge i samme Meridian som Observatoriet i Greenwich (udt. Grinuitsj) ved London, have samme Klokkeslæt efter Stedtid som Greenwich. Paa alle de Steder, der ligge paa Meridianen 15 Gr. Øst for Greenwich, er Klokken efter Stedtid akkurat 1 Time mere end i Greenwich, paa Meridianerne 30, 45, 60 . . . Gr. Øst for Greenwich er Klokken akkurat 2, 3, 4 . . . Timer mere end i Greenwich; paa Meridianerne 15, 30, 45, 60 . . . Gr. Vest for Greenwich er Klokken akkurat 1, 2, 3, 4 . . . Timer mindre end i Greenwich. Disse 24 Meridianer kunne kaldes Jordens Hovedmeridianer. Retter nu hvert Land sine Ure efter den af disse Hovedmeridianer, der gaar gennem det, opnaas, at der paa hele Jorden kun haves 24 forskellige Klokkeslæt, og disse afvige endda indbyrdes kun i Timen, medens Minutten og Sekunden overalt bliver den samme. Dette Zonesystem har allerede vundet udstrakt Anvendelse. I Storbritannien, Holland og Belgien gaa alle Ure efter Greenwicks Tid, eller, som den ogsaa kaldes, vesteuropæisk Tid. I Norge, Sverrig, Danmark, Tyskland, Østerrig, Schweiz og Italien retter man sig efter mellemeuropæisk Tid, ifølge hvilken Klokken er 1 Time mere end i Greenwich. I Danmark indførtes denne Tid 1. Januar 1894, i Norge 1. Januar 1895. Østeuropæisk Tid, to Timer mere end i Greenwich, benyttes i et Par Balkanstater, og vestrussisk Jernbanetid (St. Petersborg Tid) afviger kun 1 Minut fra den. I hele Japan er Klokken nu

9 Timer mere end i Greenwich, i Australien 8, 9 eller 10 Timer mere end i Greenwich, i Nordamerika 8, 7, 6 eller 5 Timer mindre end i Greenwich. Frankrig benytter endnu sin Nationaltid, Parisertid, da det ikke vil rette sig efter »engelsk« Tid.

Tiden og Solen. Af ovenstaaende ses, at man saa at sige af Magelighedshensyn er kommen noget bort fra Solen med sine Ure. I ældre Tider fulgte man trolig Solen, d. e. man benyttede sand Soltid; Urene vare dog ikke bedre, end at de hyppig maatte stilles, man tog det heller ikke saa nøje med Tiden, og det kom da ikke an paa, at den var noget ujævn. Det er i Grunden først omkring Begyndelsen af det 19. Aarhundrede, at Middel-soltiden indførtes i det borgerlige Liv. Allerede derved fik man til visse Tider af Aaret Middag et Kvarter før eller efter, at Solen stod højest paa Himlen. Men med de moderne kunstige Tider er Afvigelsen for mange Steder bleven betydelig større. Lad os se paa Forholdene i Danmark. Da Kjøbenhavns Stedtid i 1880 indførtes som fælles Tid for hele Landet, kom Klokken paa Jyllands Vestkyst i Februar Maaned til at være 12, en halv Time før Solen stod højest paa Himlen, medens den paa Bornholm i Begyndelsen af November først var 12, en halv Time efter at Solen havde staaet højest paa Himlen. Da saa mellemeuropæisk Tid blev indført i 1894, fik Bornholm sin Stedtid tilbage, idet den 15. Længdegrad Øst for Greenwich netop gaar over Bornholm. Men paa Jyllands Vestkyst er Klokken nu i Februar Maaned 12, næsten tre Kvarter før Solen staar højest paa Himlen, saa at Formiddagen, regnet fra Solopgang til Kl. 12, er henved $1\frac{1}{2}$ Time kortere end Eftermiddagen, regnet fra Kl. 12 til Solnedgang. Man har dog villig fundet sig heri af Hensyn til de store Goder, fælles Tid for større Landomraader medfører. I Norge er det endnu værre. I Bergen er Klokken i Februar

Maaned 12, allerede 53 Minutter før Solen staar højest paa Himlen; i Vardø staar Solen i Begyndelsen af November højest paa Himlen Kl. 10:40 Form.

Tiden og Skibsfarten. Det, at Klokken f. Eks. 30 Gr. Vest for Greenwich er 2 Timer mindre end i Greenwich, drager Sømanden Fordel af, naar han er ude i rum Sø, hvor han ikke ser hverken Kyst, Signal eller Fyr, men kun Himmel og Hav. Hjemmefra medbringer han nemlig et Kronometer, der er stillet efter Greenwicks Tid. Af Solens Stilling mod Horisonten kan han se, hvad Klokken er, hvor han sejler, idet han maaler Solens Højde med et Instrument, der kaldes Sekstant. Finder han, at Klokken er 3, og viser Kronometeret 5, da ved han, at han befinder sig 2 Timer eller 30 Grader Vest for Greenwicks Meridian.

24 Timer-Systemet. I Stedet for at tælle Døgnet Timer til 2 Gange 12 kan man tælle dem til 24. Kl. 8 betyder da det, vi kalde Kl. 8 Form., Kl. 20 det, vi kalde Kl. 8 Eftermiddag. Dette System er til Dato indført i Italien og Belgien. Man sparer derved Betegnelserne: Formiddag eller Eftermiddag.

Aar og Datum. Vi have hidtil kun omtalt Klokkeslættet. Men til Angivelse af et bestemt Tidspunkt hører jo ogsaa Aar og Datum. I den kristelige Tidsregning, vi nu benytte, regnes Aarene fra Kristi Fødsel. Aar 1 er Aaret efter det Aar, i hvilket Kristus fødtes Julenat. Selve det Aar, henimod hvis Slutning Kristus fødtes, er Aar 1 før Kristi Fødsel. Vel er man i den senere Tid kommet efter, at vor Frelser i Virkeligheden er født nogle Aar tidligere; men man har naturligvis ikke derfor villet ændre Tidsregningen. Aarets Inddeling i 12 Maaneder med det Antal Dage, vi alle kende, stammer fra de gamle Romere.

Datumsgrænse. Telegraferes der fra Japan den 24. August Kl. 9 Form., modtages Telegrammet i Kalifornien Kl. 4 Eftm., fordi Kalifornien ligger 7 Timer eller 105 Gr.

Øst for Japan. Men i Kalifornien skriver man først den 23. August. Det er indlysende, at der maa være en Meridian paa Jorden, hvor man første Gang begynder at have den 24. August; ellers blev man jo aldrig af med den 23. August. Hvilken Meridian her vælges, er i og for sig ligegyldigt; men Forholdene have ført det med sig, at det er blevet en Linie, der gaar gennem Beringsstrædet ned gennem det stille Hav. Naar det er Midnat i Beringsstrædet, er den 23. August lige begyndt paa den amerikanske Side, medens den 24. August lige skal til at begynde paa den asiatiske Side. Et Skib, der sejler fra Kalifornien til Japan, maa derfor paa Vejen springe en Datum over; ellers vil det, naar det kommer til Japan, have f. Eks. den 5. September, medens man der skriver den 6. Omvendt maa et Skib, der sejler fra Japan til Kalifornien, paa Vejen skrive f. Eks. den 23. Oktober to Dage i Træk. Ellers gaar det det som Englænderen, der havde væddet at rejse Jorden rundt i 80 Dage. Han var rejst Øst paa, havde i det stille Hav glemt at skrive den 23. Oktober to Dage i Træk og troede nu, da han kom tilbage til England, at det var den 81. Dag siden Afrejsen, medens det i Virkeligheden var den 80., saa at han havde vundet Væddemaalet.

Kalenderen. Det naturlige Aar har 365 Dage, 5 Timer, 48 Minutter og 46 Sekunder. Men i det borgerlige Liv kan man naturligvis kun regne med Aar med et helt Antal Dage. Man giver derfor hvert Aar 365 Dage. Men visse Aar faa efter en bestemt Regel 1 Tillægsgdag, 29. Februar, og saadanne Aar kaldes Skudaar. Forholdet er her det samme som med en Bestillingsmand, der har 1000 Kr. om Aaret, men faar sin Løn udbetalt maanedvis. Han skulde da egentlig hver Maaned have 83 Kr. $33\frac{1}{3}$ Øre. Men de fleste Maaneder faar han foruden de 83 Kr. kun 33 Øre; 4 Gange om Aaret faar han derimod 34 Øre.

Reglen for Skudaarene maa være affattet saaledes, at det borgerlige Aar gennemsnitlig holder Trit med det naturlige, saa at f. Eks. den korteste Dag altid indtræffer ved den 21. December. Dette opnaas ved den Regel, vi nu bruge. Den lyder: Hvert fjerde Aar er Skudaar, nemlig de Aar, i hvis Tal 4 gaar op, dog med den Undtagelse, at de fulde hundrede Aar, i hvilke 400 ikke gaar op, som f. Eks. 1700, 1800, 1900, 2100 o. s. v. ikke ere Skudaar. Aaret 1900 er altsaa ikke Skudaar. Denne Ordning kaldes den gregorianske Kalender efter Pave Gregor XIII, der indførte den i 1582. Tidligere benyttede man den julianske Kalender, opkaldt efter Julius Cæsar i Rom, der indførte den i Aaret 46 f. Kr. Efter denne var hvert fjerde Aar Skudaar uden den før nævnte Undtagelse. Det borgerlige Aar blev herved gennemsnitlig en Smule længere end det naturlige Aar, og Følgen var, at man i det 16. Aarhundrede paa den korteste Dag havde den 11. i Stedet for den 21. December. Paven anordnede da, at man i Aaret 1582 skulde udelade 10 Dage og Dagen efter den 4. Oktober skrive den 15. Oktober. I Danmark og Norge indførtes den gregorianske Kalender først i Aaret 1700, idet man Dagen efter den 18. Februar skrev den 1. Marts. Russerne og Grækerne benytte endnu den julianske Kalender og ere derfor nu 12 Dage tilbage for os i Datering. De skrive f. Eks. den 13. Januar, naar vi skrive den 25. Januar. I Aaret 1900, der er Skudaar hos dem, men ikke hos os, stiger Forskellen til 13 Dage.

Andre Tidsregninger. De forskellige Folkeslag have til forskellige Tider haft mange forskellige Tidsregninger, og det er for Historikerne forbundet med store Vanskeligheder at hitte Rede i dem. Vi ville her kun omtale enkelte, der endnu ere i Brug. Tyrkerne regne deres Aar efter Muhameds Flugt. Men det tyrkiske Aar er et rent Maaneaar. Fra Nymaane til Nymaane er der 29 à 30

Dage. Deres Aar har da 12 Maaneder à 29 eller 30 Dage; det er altsaa 11 Dage kortere end vort og følger derfor egentlig slet ikke Solen. Deres Nytaar kan derfor falde paa alle mulige Aarstider. I 1880 faldt det paa vor 4. December. I 1899 falder det paa vor 12. Maj. Jøderne regne deres Aar efter Verdens Skabelse. Ogsaa deres Aar er et Maaneaar, men ikke et rent Maaneaar. De faa det nemlig til ogsaa at følge Solen ved med visse Mellemrum efter bestemte Regler at indskyde en hel Skudmaanede. Deres Nytaar falder altid paa Efteraaret. I den gamle nordiske Kalender, der endnu bruges noget paa Island, har Aaret 364 Dage, altsaa akkurat 52 Uger. Vore Forfædre regnede jo i det hele taget meget med Uger, Sommer- og Vinteruger. For at dette Aar skal følge med Solen, indskydes der hvert 5. eller 6. Aar efter bestemte Regler en Skuduge. Den kaldes Sumarauka, d. e. Sommertillæg.

MAAL OG VÆGT.

Navnene Favn, Fod og Tomme vise tydelig nok, hvorledes vore Enheder for Længde ere opstaaede. I Mangel af særlige Maaleredskaber bruger man dem, man har fra Naturens Haand; Længder paa Jorden skridter man af, og Længder i Brysthøjde tager man med vandret udbredte Arme fra den ene Fingerspids til den anden. Der kan ved Øvelse opnaas stor Færdighed i at maale nøjagtig paa denne Maade, men der er den Vanskelighed, at man ikke uden videre kan sammenligne to Maal, der ere tagne af forskellige Mennesker, da enhver jo »maaler med sin egen Alen«. I et ordnet Samfund maa man imidlertid kun have med een Alen at gøre; man maa have en Længdeenhed fastsat, som alle skal maale efter i Handel og Vandel. Paa Justerkamret findes en rigtig Alen; det er en Messingstang, hvorpaa der tæt ved Enderne er ridset to fine Tværstreger, hvis indbyrdes Afstand er 1 Alen. Justerkamret har den Opgave at prøve, om de Alenmaal, der sendes ind til det, stemme med den rigtige Alen; det kaldes at justere dem, og i Handel og Vandel maa der kun bruges justerede Maal. Det samme gælder Rummaal og Vægt,

Pottemaal og Pund; de skulle være justerede, før de maa bruges. Hvert Maaleredskab, der er justeret, faar et Stempel paa sig, der efter Omstændighederne slaaes eller brændes ind.

Længdemaal. Til Maaltagning bruger man Maalestok og Maalebaand; den første bruges fortrinsvis til Maaling af bløde Ting, der, som Klædevarer, skulle strammes mere eller mindre ud for at kunne maales, det sidste til stive Ting, som Maalebaandet strammes ud efter. Maaleredskabet maa først og fremmest være uforanderligt; det maa dannes af et Emne, som ikke giver sig ud eller ind. Strengt taget er der intet Emne, som tilfredsstiller denne Fordring, da enhver Tings Længde retter sig efter Varmegraden. Saaledes vil en Stang af Messing, der, indpakket i Tøsne, er nøjagtig 1 Alen lang, ved 16° R. (20° C.) være henved $\frac{1}{100}$ Tomme for lang, og i kogende Vand vilde den blive henved $\frac{1}{20}$ Tomme for lang. En Jernstang vilde forandre sig mindre, nemlig henholdsvis $\frac{1}{150}$ og $\frac{1}{30}$. Da det kun er faa Mennesker, der maale saa fint som 1 Alen paa $\frac{1}{100}$ Tomme nær, vil det ses, at man under almindelige Forhold kan regne en Jern- eller Messingmaalestok for uforanderlig, og skal man endelig maale saa fint, saa er det en ringe Uøjelighed at lægge et Termometer paa Maalestokken og regne Længden ud derefter; kun maa man saa vide, ved hvilken Varmegrad Længden er rigtig.

Værre er det, hvis Maaleredskabet kan faa blivende Længdeforandringer; dette er Tilfældet med Træ, naar det tørres, dog kun i ringe Grad i Retning af Taverne. I denne Retning har Varmegrad og Fugtighed nemlig kun ringe Indflydelse paa Længden. Træsorter, som Pæretæ og Avnbøg, der ikke ere tilbøjelige til at kaste sig og derved krummes, ere vel egnede til Maalestokke, naar det ikke er til det fineste Brug. Maalebaand dannes nu i Regelen af Staal,

som, naar det ikke bruges, rulles op i en flad Daase. Det er ofte indrettet saaledes, at en i Daasen anbragt Fjeder spændes, naar man trækker Baandet ud, ligesom en Ur-fjeder; trykker man bagefter paa en Knap, frigøres Fjederen og trækker af sig selv Baandet ind i Daasen igen. En Mellemtung mellem Maalestok og Maalebaand ere de Længde-maal, der dannes af tynde Skinner af Staal, Træ eller Ben.

Ofte kan man ikke komme til at anbringe Maalestokken imellem de to Punkter, hvis Afstand skal maales, eller dette kan ikke ske nøjagtig nok, man bruger da Passeren med krumme eller lige Ben; Krumpasseren bruges

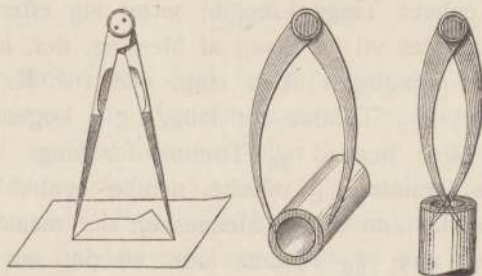


Fig. 144.

f. Eks., naar man vil maale Tykkelsen af en rund Ting, den lige Passer, naar man f. Eks. skal finde Afstanden mellem to Punkter paa en Tegning (Fig. 144) eller to Steder paa et Landkort. Figur 144 viser den lige Passer og Krumpasseren; naar den sidstes Spidser kunne gaa forbi hinanden, kan den bruges til at tage indvendige Maal, f. Eks. af Vidden af et Rør. I hvert Fald bruges Passeren saaledes, at man afmaaler den ubekendte Længde mellem Passerbenene, hvorefter man lægger Passerbenene paa Maalestokken og ser, hvor mange Streger der falde mellem dem. Stregerne paa Maalestokken ligge i Regelen ikke tættere sammen, end at man uden Anstrengelse kan

holde dem ude fra hverandre med blotte Øjne, f. Eks. $\frac{1}{24}$ Tomme eller 1 Millimeter; for let at kunne tælle dem forsynes f. Eks. hver 12te eller hver 10de med et Tal, og den Streg, der ligger midt imellem to Tal, gøres længere end de andre for at være kendelig. Nu kan man

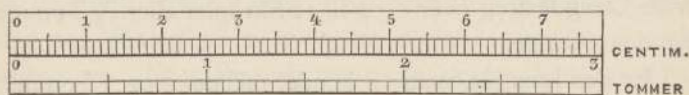


Fig. 145.

med Passer maale meget nøjagtigere end paa 1 Millimeter nær. Man har derfor Brug for finere Inddelinger end $\frac{1}{24}$ Tomme eller en hel Millimeter; det kan man faa paa følgende simple Maade, uden at overlæsse Maalestokken

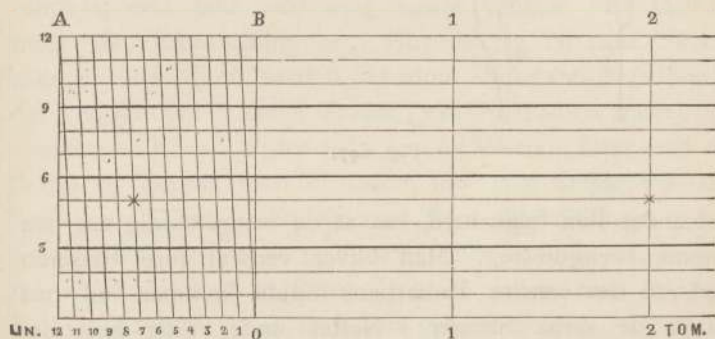


Fig. 146.

med et Utal af Streger. Vil man f. Eks. kunne maale med en Nøjagtighed af 1 Skrupel = $\frac{1}{12}$ Linie = $\frac{1}{144}$ Tomme, kan det ske, ved at man paa en Lineal ridser 13 parallelle Streger paa langs og i lige Afstand; man ridser Tværestreger, der danne rette Vinkler med de 13, og som ligge en Tomme fra hverandre. Det første Tommestykke

AB deler man baade foroven og forneden i 12 lige Dele, og Delemærkerne forbinder man, som det er vist i Fig. 146, med skraa Tværstreger. De to Streger, der under en spids Vinkel med hinanden gaa fra 0 opad mod B, ville afskære Stykker paa Længdestregerne, der ere de ønskede Smaadele, lige fra 1 Skrupel eller $\frac{1}{144}$ Tomme paa den første Længdestreg over 0 og til 12 Skrupler eller $\frac{1}{12}$ Tomme paa den øverste.

Er den Længde, man vil kende, mellem 2 og 3 Tommer stor, og har man den afmaalt ved Passeren, da fører man det ene Passerben ned langs Tværstregen 2—2 og lader

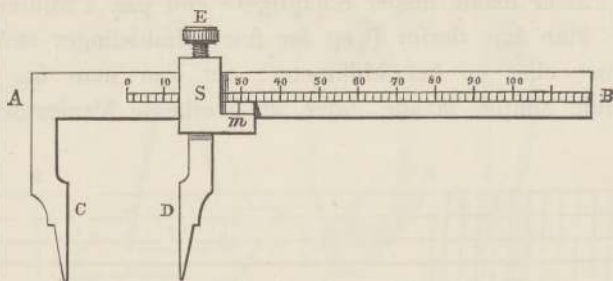


Fig. 147.

det andet Ben følge med, saa at de begge stadig ere paa samme Længdestreg. Man bliver ved at føre Passeren ned, til det venstre Passerbens Spids kommer ind paa en af de skraa Streger i Nettet under AB; hvis det sker der, hvor Længdestregen 5 træffer Skraastregen 7, da er den søgte Længde, som man let kan tælle sig til, 2 Tommer, 7 Linier og 5 Skrupler; de to Kryds i Figuren vise Passerbenenes Stilling. Som Maalestocken er tegnet, ville altsaa Tallene til venstre for 0 give Linierne og Tallene under A give Skruplerne.

Mere brugbar til Maalinger end den almindelige Passer er Maalepasseren eller Stangpasseren, Haandværkernes

»Skydelære« (efter det tyske Navn »Schublehre«). Den er dannet af en Lineal AB i Fig. 147, fra hvis ene Ende der udgaar et fast Passerben C. Det andet Passerben D kan føres frem eller tilbage, idet det sidder paa en Skyder S, der kan glide hen ad Linealen, og som kan fastspændes ved Skruen E. Paa Linealen er der indridset Delestreger, saa den selv er Maalestok. En Mærkestreg m paa Skyderen viser paa Maalestokken, hvor stor Afstanden mellem Passerbenene er. Naar Passerbenene ere skudte helt sammen, viser Mærkestregen paa o. Man kan maale med Stangpasseren som med en almindelig Passer, men tillige kan man maale en Tings Tykkelse, hvis Tingen kan komme ind mellem C og D, og man har den Fordel straks at kunne læse Længden af paa Passerens egen Maalestok.

Maaling paa Afstand, Landmaaling. Naar man vil udfinde større Afstande paa Jorden eller Afstande i Verdensrummet, maa man sædvanlig maale Vinkler. Et Instrument til Vinkelmaaling er i Hovedsagen en rund Skive eller en Del af en saadan (Teodolit, Sekstant, Kvadrant), der ved Randen er delt i Grader (360 Omkredsen rundt), og som har en Viser. Sigter man hen ad Viseren, først mod et Punkt og derpaa mod et andet, idet man drejer Viseren hen over Skiven, ville Viserens forskellige Stillinger give Synsvinklen mellem de to Punkter. For at finde Afstanden fra sin Plads A til et fjernt Punkt P, vælger man et Sted B, hvis Afstand fra A man kan maale ligefrem. Dernæst maaler man de to Vinkler u og v, som de to Sigtelinier fra A og B danne med Linien AB, der kaldes Basis (Grundlinien). Har man gjort det, kan man regne sig til, hvor mange Gange AP er større end AB; man ser let, at v bliver større, hvis P rykker længere ud f. Eks. til P', og mindre, hvis P kommer nærmere, saa at der til hver bestemt Vinkel v svarer en bestemt Afstand. Til nemt og hurtigt at udføre saadanne Vinkelmaaling har man ind-

rettet særlige Apparater, Afstands- eller Distancemaalere, som bruges, naar der er Lejlighed til det, ved Skydning mod Maal, hvis Afstand man ikke i Forvejen kender.

Afstanden fra Jorden til andre Kloder i Verdensrummet er maalt paa den nævnte Maade, idet Basis for Maalingen til Legemer i Solsystemet er Afstanden mellem to langt fra hinanden liggende Observatorier, hvorfra man

efter Aftale iagttager samme Himmellegeme paa samme Tid. Paa Grund af Fiksstjernernes uhyre Afstand maa man over for dem bruge en langt større Basis; en saadan faar man derved, at Jorden kredser om Solen; som Følge deraf vil en Astronom, der i Dag iagttager en Stjerne, om et halvt Aar se denne fra et Sted, der ligger 40 Millioner Mile borte fra det første Iagttagelsessted. Dette bevirker en lille bitte Forrykkelse (Parallakse) fra den Plads paa Himlen, som Stjernen indtager i Dag, og deraf kan Stjernens Afstand beregnes. Lyset bruger omtrent 15 Aar om at gaa fra Sirius til Jorden, mens det gennemløber de 40 Millioner Mile i 16 Minutter.

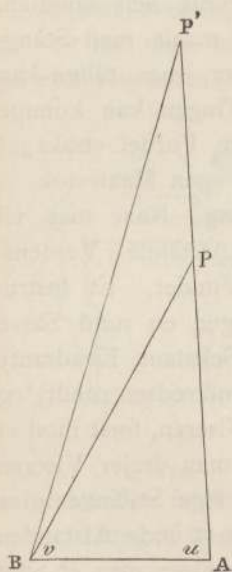


Fig. 148.

Afstandsbestemmelse ved Maaling af Vinkler fra en Basis bruges ved den Trekantmaaling (Triangulation), der gaar forud for den nøjagtige Kortlægning af et Land. For Danmarks Vedkommende er Trekantmaalingen grundet paa en med stor Nøjagtighed udmaalt, omtrent $\frac{1}{4}$ Mil lang Basis paa Amager. Fra dens Endepunkter er der maalt Vinkler mellem Sigtelinier til fremragende Punkter i Omegnen, hvorved disses Afstande fra

Endepunkterne af Basis ere fundne; herefter ere de saaledes kendte Afstande blevne brugte som Basis for Punkter længere fremme, og paa den Maade har man faaet lagt et Net af Trekanter over hele Landet og er tilmed kommen i Forbindelse med Nabolandene til Dels ved Sigter over Havet. Tegner man de maalte Trekanter af i stærkt formindsket Maalestok, faar man et Slags Skelet af Landet tegnet, paa Grundlag af hvilket det fuldstændige Kort kan bygges.

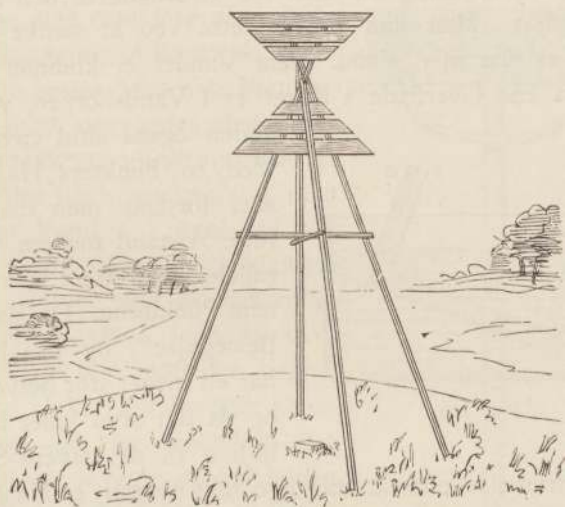


Fig. 149

Da man i Regelen ikke finder Genstande, der egne sig til skarpt Sigte, paa de Punkter, man maaler Afstanden til, mærkes de ved høje Træstilladser, der foroven have den bekendte Timeglasform (Fig. 149). Man sigter til det smalle Sted, hvor de to Trekantsspidser støde sammen. Da et saadant Stillads er forgængeligt, og da det gælder om at kunne genfinde Punktet nøjagtig, nedgraver man en stor tilhuggen Sten med indhugget Mærke i Jorden, lodret under Timeglasset.

Saadanne Trekantsnet har man ogsaa brugt for at udmåale Jordens Størrelse og Form ved den saakaldte Gradmaaling, der gaar ud paa at maale Afstanden mellem to Steder, som ligge i Nord—Syd, en Bredegrad fra hinanden.

Højdemaaaling, Nivellering. Bøjer man et Glasrør, saa det faar en Form som ACDB i Fig. 150, og hælder Vand deri, vil Vandet staa lige højt i AC og i BD, selv om Røret staar skraat. At det staar lige højt, vil sige, at en Linie, der føres fra den ene Overflade til den anden, er vandret. Man kan prøve dette ved at sænke Røret ned i et Kar med Vand. Naar Vandet er kommet i Ro, og den ene Overflade i Røret er i Vandskorpen, vil den

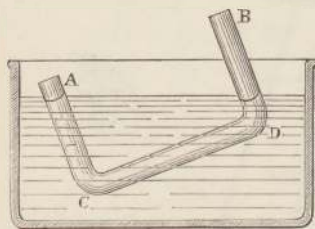


Fig. 150.

anden ogsaa altid være det. Ved to Punkters Højdeforskel forstaar man den lodrette Afstand mellem to parallelle vandrette Linier gennem Punkterne. Da Vandets Bevægelse i og paa Jorden har en meget stor Betydning, og da det altid løber fra det højere til det lavere Sted i

sin Bestræbelse efter at staa lige højt overalt, er Maalingen af Stedernes Højdeforskel en meget vigtig Del af et Lands Opmaaling. Et Steds Højde angives ved dets Højde over Havfladen, det Sted, hvor alt rindende Vand paa Jorden ender sit Løb. Nu er imidlertid Havfladen aldrig rolig; selv om Bølgeslaget er dæmpet, vil Ebbe og Flod til enhver Tid føre Fladen skiftevis op og ned; man vil dog finde, at der er en bestemt Højde, Middelvandstanden eller dagligt Vande, hvorom Havfladen stadig svinger; man finder den ved at lade en Maalestok gaa lodret ned i Vandet, fæstet til en urokkelig Genstand som Bolværket i en Havn, og ved mange Gange i Løbet af et Aar at iagttage Vandets Højde derpaa;

det Sted paa Maalestokken, som man, naar man iagttager Vandstanden, med lige saa stor Sandsynlighed finder over som under Vandfladen, betegner Middelvandstanden; ved de fleste Kyster finder man denne det ene Aar som det andet; viser der sig i Aarenes Løb en Forskel, slutter man, at Landet enten har løftet eller sænket sig.

Til Udførelse af en Nivellering hører der en lang Maalestok, Nivellerstangen eller Stadiet, og et Nivellerapparat. Et Nivellerapparat kan man nemt lave af to Stykker Glasrør og en Kautsjukslange. Rørene fæstes, som vist i Figuren, til et Bræt, der støttes af en Stok; de nedadvendte Ender af Rørene forbindes med Slangen, og man holder Vand i Rørene, til det staar noget over Brættets Overkant. Holder man Brættet rolig, ville alle Punkter, man ser over et med de to Vandflader, ligge i samme Højde. Jo længere Overfladerne ere fra hinanden, des nøjagtigere sigter man, men nogen stor Nøjagtighed faar man dog ikke paa den Maade. Langt sikrere sigter man med en Kikkert, som man stiller vandret ved Hjælp af en Libelle. Libellen eller Vaterpasset bestaar af et svagt buet Glasrør, 2—3 Tommer langt (Fig. 152; i Figuren er Røret for Tydeligheds Skyld buet meget mere, end det i Virkeligheden er Tilfældet). Røret ligger fast i en Messingæske eller Indfatning. Det er næsten fyldt med en letflydende Vædske som Sprit eller Æter, saa at der kun bliver en lille Boble tilbage, der altid vil

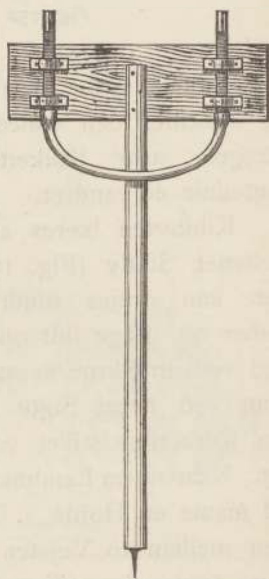


Fig. 151.

søge til det højeste Sted i Røret. Stiller man Æsken paa et plant Underlag, som man ved er vandret, og mærker man Boblens Plads ved en Streg for hver Ende, da vil



Fig. 152.

Boblen altid staa paa det Sted, naar Libellens Underlag er vandret, og hælder dette, vil den flytte sig derfra. En saa-

dan Libelle fæster man paa langs oven paa Kikketrøret og indstiller den saaledes, at Boblen staar mellem de to Streger, naar Kikkertens Sigtelinie er vandret.

Kikkerten bæres af et trebenet Stativ (Fig. 153); den kan drejes rundt til Siden og tillige lidt op og ned ved en Skrue s, saa at man ved hvert Sigte kan faa Kikkerten stillet vandret. Naar nu en Landmaaler vil maale en Højde, f. Eks. den mellem to Vejsten (se Fig. 154), da stiller han Nivellerinstrumentet op paa et saadant Sted, at han derfra kan se hen over begge Sten. Mens en Hjælper holder Nivellerstangen lod-

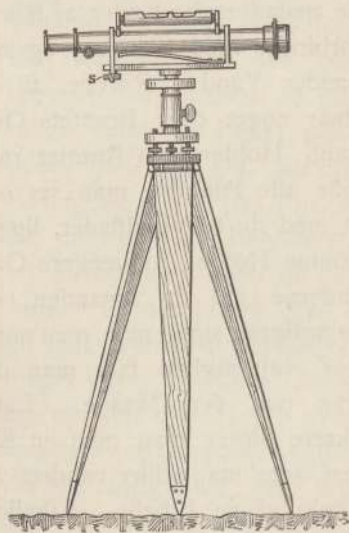


Fig. 153.

ret oven paa den ene Sten, sigter Landmaaleren med vandret Kikkert hen paa Stangens Delestreger. Ser han f. Eks. 8 Fods Stregen midt i Kikkerten, da ved han, at Kikkertens Sigtelinie er 8 Fod over den vedkommende

Sten. Nu flyttes Stangen hen paa den anden Sten, og man drejer Kikkerten, saa at den atter sigter vandret dertil; ser man der f. Eks. 4 Fods-Stregen, da er Sigtelinien 4 Fod over den anden Sten, men Sigtelinien var 8 Fod over den første Sten; følgelig ligger den anden Sten 4 Fod højere end den første. Bliver man paa denne Maade ved fra Sten til Sten, kan man faa hele Vejen nivelleret. Er man begyndt ved Mærket for dagligt Vande i en Havn,

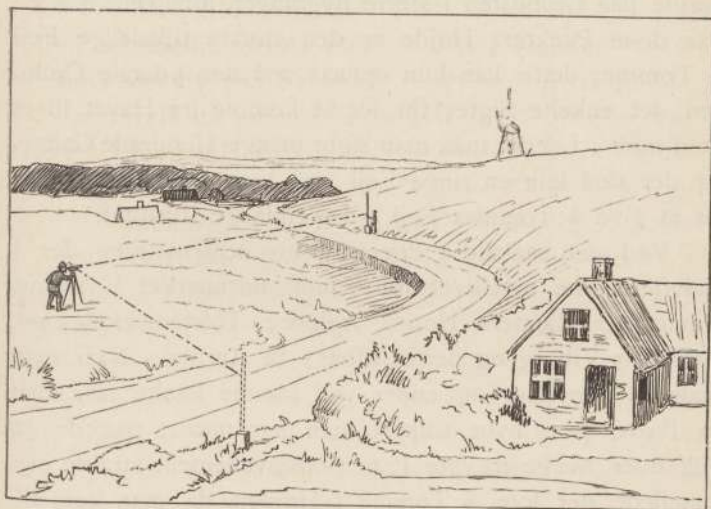


Fig. 154.

kan man let regne sig til enhver Vejstens Højde over Havet, og fra Stenene kan man nivellere ud til andre Punkter, hvis Højde man vil kende.

Ved Kortlægning af et Land indtager naturligvis Højdemaalingen en vigtig Plads. Det er i det hele en stor Mængde forskellige Slags Arbejder, der maa til for at skaffe et godt Landkort som Generalstabens Kort over Danmark til Veje, og mange Mennesker have i en

lang Aarrække været beskæftigede dermed; hver enkelt gør sit Stykke Arbejde fuldt færdig, og Kortet fremgaar saa ved at sammenknytte de enkeltes Arbejder; skal der komme noget tilfredsstillende frem paa denne Maade, maa der stilles store Fordringer til det enkelte Arbejdes Nøjagtighed, uanset om denne kan synes urimelig, naar Arbejdet ses ude af sin Sammenhæng med det hele. For Kortlægningens Skyld er der saaledes nivelleret hen ad Landets Amtsveje til en Mængde faste Punkter, anbragte paa Grundsten i større Bygninger, Milepæle o. s. v.; paa disse Punkters Højde er den største tilladelige Fejl $\frac{1}{8}$ Tomme; dette kan kun opnaas ved den yderste Omhu ved det enkelte Sigte, thi for at komme fra Havet til et Sted midt i Landet maa man sigte mange Hundrede Gange, og der skal kun en ringe Fejl ved hvert enkelt Sigte til for at give $\frac{1}{8}$ Tommes Fejl i det endelige Resultat.

Ved det saakaldte Præcisionsnivellement blev der i Halvfjerdserne nivelleret fra Vandstandsmærket i Aarhus Havn over Randers, Hobro, Aalborg, Thisted, Oddesund, Skive og Viborg og derfra tilbage til Aarhus. Naar man saaledes begynder og ender ved samme Punkt, faar man en Prøve paa, hvor sikkert man har maalt; paa de 50 Mil, over hvilke nævnte Præcisionsnivellement strakte sig, manglede der kun $\frac{1}{2}$ Tomme i Højden, da man kom tilbage til Aarhus; mere var Fejlen ikke løben op, til Trods for de mangfoldige Sigter, der vare tagne.

Delemaskinen. For at tilvejebringe en Maalestok, f. Eks. en Meter med sine 1000 Millimeter, maa man først afmaale den hele Meter og derpaa dele den i 1000 lige store Stykker. Dette at dele en Længde i et vist Antal lige Dele kan ske paa forskellig Maade. En Fremgangsmaade er følgende: Paa et udspærret Stykke Papir tegner man to paa hinanden vinkelrette Linier AB og CD (Fig. 155); fra B afsætter man med en Passer lige lange Stykker opad og nedad.

Fra A trækker man rette Linier til alle Delepunkterne i CD. Vil man herved dele en Længde, f. Eks. i 10 lige Dele, da lægger man den paa Papiret, parallelt med CD og forskyder den, stadig parallelt med CD, saaledes, at dens ene Endepunkt gaar hen ad CA, og indtil dens andet Endepunkt er i den med 10 mærkede Linie. De andre Linier, fra A mellem 0 og 10, ville da, som man let forstaar, vise mod de Delepunkter, man søger.

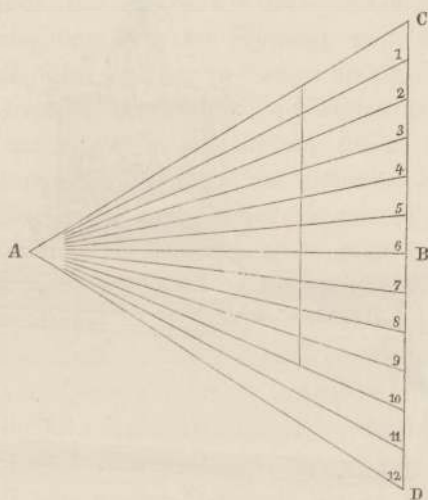


Fig. 155.

Naar der stilles større Fordringer til Nøjagtigheden, bruger man Delemaskiner, hvor man drager Nytte af Skruen til Udførelse af Delingen. Delemaskinen bestaar af en svær Kasse af Støbejern, i hvis Længderetning en lang, fint forarbejdet Staalskrue sidder saaledes, at den kan drejes rundt ved Haandtaget H, men er urokkelig i Retning frem og tilbage. Paa Skruen sidder en Møttrik M, som er hindret i at gaa rundt med, og

som derfor vil føres frem eller tilbage efter den Retning, hvori Skruen drejes. Møttrikken er i Forbindelse med en svær Jernplade P, der dækker som et Laag over en Del af Kassen, og denne Plade vil derfor, naar Skruen drejes, glide hen ad Kassens lange Siders Overkanter, der ere formede som glatte Skinner; paa denne Plade spændes den Stang fast, der skal gøres til en Maalestok.

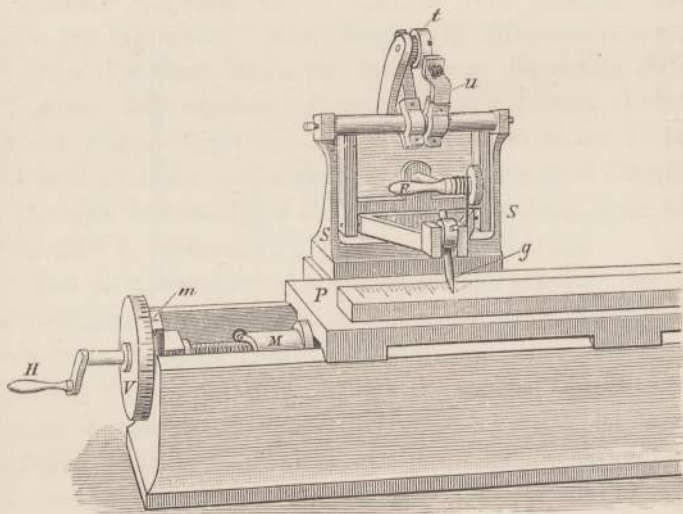


Fig. 156.

Udvendig paa Kassens Bagvæg sidder der en bred Opstander SS, hvorfra en Vippe gaar frem hen over Pladen med Maalestokken; Vippen bærer en Stift, g, af haardt Staal, der er skærpet saaledes, at den kan ridse Stregerne i Maalestokken; man sænker Vippen, til Stiften støtter mod Stangen, der skal indeles, og fører derefter Stiften paa tværs af Stangen, saa at der bliver ridset en Streg af den fornødne Længde. Maskinen passer selv

Længden og sørger ogsaa selv for, at de Streger, der skulle være det, blive længere end de andre. Dette sker, ved at Armen u drejes tilbage, naar Stiften føres frem, indtil den møder Stoppehjulet t, som har Indsnit af forskellig Dybde, svarende til de ulige Længder af Delestregerne.

Skal man nu have en Længde delt i et vist Antal, f. Eks. 50, lige Dele, maa man først prøve, hvor mange Gange Skruen skal drejes for at flytte sin Møttrik netop denne Længde, lad det være f. Eks. 75 Omdrejninger; da vil $1\frac{1}{2}$ Omdrejning give en Flytning, som er $\frac{1}{50}$ af den hele Længde, fordi $1\frac{1}{2}$ gaar 50 Gange op i 75. Man lægger den Stang, hvorpaa Maalene skulle afsættes, fast paa Pladen med den ene Ende under Stiften, ridser en Streg og mærker Skruens Stilling ved det inddelte Hoved V og det faste Mærke m; man drejer Skruen $1\frac{1}{2}$ Omgang og ridser en ny Streg, og saaledes bliver man ved 50 Gange; man vil da have Længden og dens Underafdelinger afsat paa Maalestokken.

Hvor fint Delemaskinen kan arbejde, kan sluttes af dens Brug ved Tilvirkning af de saakaldte Spejlgittere, der nu bruges meget i Spektralanalysen i Stedet for Glasprismet til Fremstilling af Lysspektret. Spejlgitteret er et lille Metalspejl, i hvis blanke Overflade der er ridset et meget stort Antal parallele Streger. Stregerne ere saa fine, at Overfladen bliver ved at vise sig blank, men der er det mærkelige ved dens Blankhed, at et Lys, som spejler sig deri, trækkes ud i Bredden og viser sig med glimrende Regnbuefarver. Man har drevet det til at lægge Stregerne saa tæt sammen, at 1700 af dem kunne brede sig over 1 Millimeter. Paa en Tomme vil der af saadanne Streger komme over 40,000.

Imidlertid: hvor fint man end kan dele, kan man dog maale endnu finere. En Maalestok, man skal kunne stole

paa, maa derfor gaas efter for alle de enkelte Streger. Det Maaleapparat, man bruger dertil, kaldes en Komparator; den kaldes saaledes, fordi den tjener til at sammenligne to Længder, man har søgt at gøre ens; de blive det aldrig fuldstændig, men ved Komparatoren kan man maale den lille Forskel, der findes, og man kan saaledes komme til at maale rigtig, skønt Maalestokken har kendelige Fejl, idet man laver sig en Fortegnelse over de enkelte Stregers Misvisning. Passeren er en Komparator, og ud fra den, særlig fra Stangpasseren (Fig. 147), kan man danne sig en Forestilling om den til de nøjagtigste Maalinger indrettede Komparator; i Stedet for to Passerben har den to Mikroskoper, der kunne forskydes hen ad en svær Støbejernsskinne; under Mikroskoperne er der en svær Jernplade, hvor Maalestokken og det, den skal sammenlignes med, lægges. Pladen kan skydes paa Skinner paa tværs af Linien gennem Mikroskoperne, saaledes at man til Sammenligning kan føre først den ene og saa den anden af de to Længder ind under Mikroskoperne; Forskelle, der ere for smaa til at vise sig for det blotte Øje, kunne blive synlige og maales ved Mikroskoperne.

Maaleskruen. Til Maaling af smaa Størrelser bruges med Fordel Skruen. Maaleskruen eller Mikrometerskruen bruges meget ved de finere Haandværk til Udmaaling af Tykkelse og Bredde af mindre Metalgenstande, der skulle passes sammen; men især have Elektrikerne Brug derfor til Maaling af Kobbertraades Tykkelse; af Hensyn til Brandfaren ved den Opvarmning, en Leder faar ved den elektriske Strøm, gælder der strenge Bestemmelser fra de vedkommende Myndigheder om Lederens Tykkelse i Forhold til den Strøm, den skal føre; paa den anden Side vil Installatøren ikke gerne koste mere Kobber end nødvendigt; det gælder derfor for Arbejderen om at vælge og afmaale

Ledningstraadens Tykkelse saaledes, at han gør begge Parter tilpas.

Det til saadan Maaling hyppigst brugte Apparat ser ud, som Fig. 157 viser. ABC er en Bøjle af Staal; ved A gaar en Skruer igennem; ved at drejes kan den føres ned, til den møder en Tap T; Skruens og Tapens Endeflader ere plane og glatte, saa at de falde

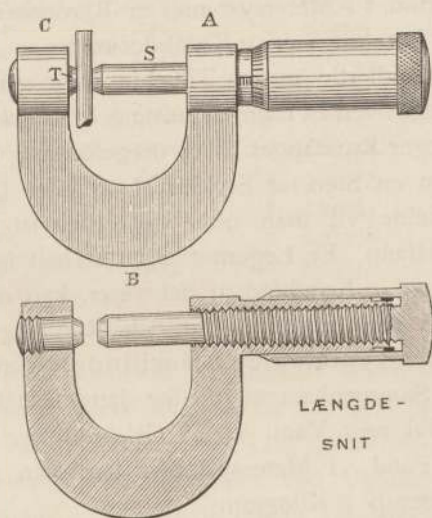


Fig. 157.

fuldstændig sammen, naar de mødes; drejes Skruen 1 Omgang tilbage, vil der være et Gab mellem S og T, som netop er lig Afstanden mellem Gængerne i Skruen; i det hele vil Gabets Størrelse følge ligefrem med Skruens Drejning, og den kan man læse sig til paa Skruens Hoved. Ved dette simple Redskab kan man gøre Forskel paa to Ting, der kun ere forskellige, ved at den ene er $\frac{1}{100}$ Millimeter tykkere end den anden.

Rumfang og Vægt. Rumfanget af en firsidet Kasse, hvis Sider og Bund danne lutter rette Vinkler, finder man, som bekendt, ved at maale Længde, Højde og Bredde ud, f. Eks. i Fod. Multiplicerer man de tre Tal, som Maalingen giver, med hverandre, faas et Tal, der angiver Kassens Rumfang i Kubikfod. Paa den Maade kommer Rummaalet i Forbindelse med Længdeenheden. Den danske Rumenhed, 1 Pot, er bestemt derved, at den er $\frac{1}{32}$ Kubikfod. I Metersystemet er Rumenheden 1 Liter (lidt over 1 Pot), som er 1 Kubikdecimeter.

Der er imidlertid mange Tilfælde, hvor man ikke kan finde Rumfanget ved en Længdemaaling. Det gælder f. Eks., naar man søger Rumfanget af et uregelmæssig formet fast Legeme, som en Sten, et Stykke Metal eller lignende. I saadant Tilfælde vil man ofte være henvist til at tage Vægten til Hjælp. Er Legemet ensartet helt igennem, og ved man, hvad 1 Kubikfod af det vejer, kan man af dets Vægt uden videre regne sig til dets Rumfang. Paa den Maade kommer Rummaalet i Forbindelse med Vægt-enheden. Sammenhængen er for dansk Maal og Vægt, at 1 Kubikfod rent Vand af 4^o Celsius vejer 61,72 eller omtrent 62 Pund. I Metersystemet har man, at 1 Liter Vand vejer netop 1 Kilogram.

Dansk Maal:

- 1 Fod = 12 Tommer = 12×12 Skrupler,
- 1 Alen = 2 Fod, 1 Favn = 6 Fod,
- 1 Mil = 4 Fjerdingvej = 24000 Fod = 7,5325 Kilometer,
- 1 Kubikfod = 32 Potter,
- 1 Tønde Land = 14000 Kvadratalen = 0,5516 Hektare,
- 1 Pund = 100 Kvint = 1000 Ort = Vægten af $\frac{1}{61,72}$ Kubikfod Vand.

Metermaal:

- 1 Meter = 10 Decimeter = 100 Centimeter = 1000 Millimeter = 3,1862 Fod,
- 1 Kilometer = 1000 Meter = 0,1328 Mil (lidt over $\frac{1}{2}$ Fjerdingvej),

- 1 Liter = 1 Kubikdecimeter = 1,0351 Pot,
 1 Kubikmeter = 1000 Liter,
 1 Hektare = 10000 Kvadratmeter = 25380 Kvadratalen = 1,8128 Tønde Land,
 1 Kilogram = 1000 Gram = Vægten af en Liter Vand,
 1 Ton = 1000 Kgr. = 2000 Pund.

Omsætningen mellem dansk Maal og Metermaal.

Meter	Fod	Centim.	Tomme	Fod	Meter	Tomme	Centim.
1	3,1862	1	0,382	1	0,31385	1	2,615
2	6,3724	2	0,765	2	0,62771	2	5,231
3	9,5586	3	1,147	3	0,94156	3	7,846
4	12,7448	4	1,529	4	1,25541	4	10,462
5	15,9310	5	1,912	5	1,56927	5	13,077
6	19,1172	6	2,294	6	1,88312	6	15,693
7	22,3034	7	2,676	7	2,19697	7	18,308
8	25,4896	8	3,059	8	2,51083	8	20,924
9	28,6758	9	3,441	9	2,82468	9	23,539
10	31,8620	10	3,823	10	3,13853	10	26,155
						11	28,770
						12	31,385

Vægtfylde. Gennem Rummaalet kommer der altsaa en Forbindelse mellem Maalene for Længde og Vægt, idet man efter Omstændighederne kan finde Størrelsen af et Rum enten ved Udmaaling eller ved Vejning. Sammenhængen mellem en Tings Rumfang og Vægt er udtrykt ved det, man kalder Vægtfylden. Hvert Emne har sit Vægtfyldetal, som udsiger, hvor mange Gange en Ting vejer mere end det Vand, der fylder lige saa meget som Tingen. Har man de to Tal, der give henholdsvis Tingens og Vandets Vægt, finder man derfor Vægtfylden ved at dividere det sidste Tal ind i det første. Det er almindelig kendt, at Arkimedes, efter hvad der fortælles, paaviste Forfalskningen af Guldet i Kong Hieros Krone, ved at han fandt Kronens Vægtfylde for lille, til at den kunde være af rent Guld. Man har altsaa længe været paa det rene med Betydningen af Vægtfylden som et Tal, der kende-

mærker det ene Emne fra det andet. I mange Tilfælde vurderer man ogsaa en Vares Godhed efter dens Vægtfylde; saaledes ere Korn og Kul des bedre, men Sprit og Mælk des ringere, jo større Vægtfylde de have.

Man faar Vægtfylden for en Ting, naar man kender dens Vægt og Rum; har man nemlig Rummet, kan man regne sig til, hvad det Vand vejer, hvormed Legemets Vægt skal sammenlignes. Dertil tjener de tidligere givne

Oplysninger, at 1 Kubikfod Vand vejer 61,72 Pund, eller at 1 Liter Vand vejer 1 Kilogram. I Meter-systemet betegner Vægtfylden det Antal Kilogram, som 1 Liter af Emnet vejer. I dette System finder man et Legemes Vægtfylde ved at dividere Tallet for dets Rum ind i Tallet for dets Vægt.

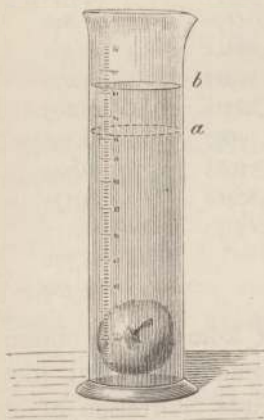


Fig. 158.

For flydende og kornede Varer (Kornsorter, Sand, Muldjord o. s. v.) gaar det let nok at finde Vægtfylden, idet man vejer et afmaalt Rum deraf. Vanskeligere bliver det, naar man har at gjøre med et fast

Legeme, der ikke har en saa simpel Form, at man kan udmaale Rummet ved Maalestok. Man kan hertil bruge et »Maaleglas« som det, der er vist i Fig. 158. Man hælder noget Vand i Glasset og læser af, hvor højt Vandet staar (ved a); derpaa lægger man Legemet ned deri og ser, hvor højt Vandet derefter staar (ved b). Rummet mellem a og b vil da være Legemets Rum. En anden og nøjagtigere Maade er at finde, hvor meget Legemet taber i Vægt ved at hænge ned i Vand fra Vægtskaalen i Stedet for at være i Luften. Ethvert Legeme, der kommer ned i Vand, bæres noget op af Vandet, eller

faar en Opdrift, et Tryk opad, derfra, som er lig med Vægten af det Vand, Legemet har trængt bort; det synes derfor at tabe i Vægt. Saaledes vil Legemet i Glasset i Fig. 158 tynde paa Bunden med en Kraft, som er dets Vægt, formindsket med Vægten af det Vand, der er drevet op over den oprindelige Overflade ved a. Har man vejlet Legemet først i Luften og derpaa i Vand, faar man Vægtfylden ved at dividere Tallet for dets Vægttab ind i Tallet for dets Vægt.

Et Legeme, der flyder paa eller svømmer i en Vædske, vil stikke saa dybt, at Opdriften kan bære det, og det vil ske, naar det fortrænger netop sin egen Vægt af Vædsken; i forskellige Vædsker vil det derfor stikke des dybere, jo mindre Vædskens Vægtfylde er. Dette Forhold bruger man for ved de saakaldte Aræometre (Fig. 159) at bedømme en flydende Vares Vægtfylde og derigennem dens Værdi. Aræometret er af Glas; den tomme Udvidelse A giver Bæreevne, og Kuglen K, som indeholder Hagl eller Kvægsølv, holder Aræometret oprejst i Vædsken. I Stilken er der indvendig anbragt en Gradestok, hvis Dele og Tal give enten Vædskens Vægtfylde eller dens Værdi, det sidste, hvis Aræometret er indrettet som Brændevinsprøver, Mælkeprøver eller lignende.

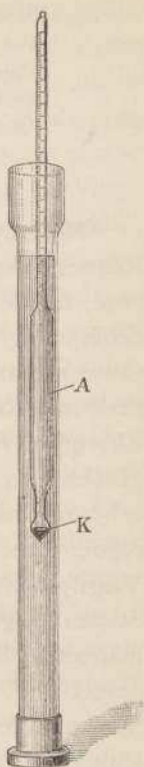


Fig. 159.

Vægtfyldetal for forskellige Emner.

Platin	$21\frac{1}{2}$	Kobber	9
Guld	$19\frac{1}{4}$	Messing	$8\frac{1}{2}$
Kvægsølv	$13\frac{2}{3}$	Jern	$7\frac{3}{4}$
Bly	$11\frac{1}{11}$	Tin	$7\frac{1}{3}$
Sølv	$10\frac{1}{2}$	Zink	7

Sten	} omtrent	3	Olivenolie	$\frac{9}{10}$
Glas			Sprit (ren)	$\frac{4}{5}$
Aluminium		$2\frac{2}{3}$	Kork	$\frac{1}{4}$
Ibenholt		$1\frac{1}{5}$	Atmosf. Luft	$\frac{1}{800}$
Vand		1	Brint mindre end	$\frac{1}{10000}$
Is		$\frac{9}{10}$		

Metersystemet. Det falder ofte for, at man i samme Regnestykke faar med Tal for Længde, Rum og Vægt at gøre, og det kan derfor volde adskilligt Besvær, naar Inddelinger og Enheder for disse tre Slags Størrelser ikke passe sammen. Metersystemet er indrettet paa at lette saadanne Regninger saa meget som muligt. Et simpelt Eksempel vil vise dette. En retvinklet tilhugget Sten har Maalene 4,4, 9,2 og 9,8 Decimetre. Stenens Vægtfylde er 3, og man vil have at vide, hvad den vejer. Man udregner først Rumfanget $4,4 \times 9,2 \times 9,8 = 396,7$ Liter. Da Vægtfylden er 3, vejer hver Liter 3 Kilogram, og hele Stenen følgelig $3 \times 396,7$ eller 1190 Kilogram. Havde man maalt Stenen ud ved en Tommestok, vilde man have fundet 1 F. $6\frac{3}{4}$ T., 2 F. $11\frac{1}{2}$ T. og 3 F. $1\frac{1}{2}$ T., hvoraf Stenens Vægt i Pund kan findes, fordi man ved, at 1 Kubikfod Vand vejer 61,72 Pund og en Kubikfod af Stenen 3 Gange saa meget; hvem der vil have Ulejligheden med at prøve det, vil snart finde, hvor langt besværligere Regningen bliver med Maalene i Fod og Tommer end med Metermaalene.

Det har ikke saa lidt at sige, at Opgaver af den Art, som det praktiske Liv fører med sig, kun kræve faa og simple Regninger for at løses, ikke saa meget af Hensyn til den Tid, der spildes ved de unødige vidtløftige Regninger, som af Hensyn til, at mangel en vil lade være at udføre disse, enten af Ulyst, eller fordi han ikke tør stole paa sin Regnefærdighed over for dem; i Stedet for lader

han staa til med en Slumperegning eller stoler paa andre, hvor han selv burde passe paa. Grunden til, at Meter-systemet letter saadanne Regninger, er dels, at Inddelingerne i dette System gaa efter Titallet ligesom de Tal, man skriver og regner med, dels, at man har de simple Overføringstal mellem Længdemaal, Rummaal og Vægt: 1 Kgr. = Vægten af 1 Liter Vand; 1 Liter = 1 Kubik-decimeter.

Det var en broget Mangfoldighed, man havde af Systemer for Maal og Vægt, da man i Frankrig, under den store Revolution, altsaa for omtr. 100 Aar siden, brød overtvært og vedtog Metersystemet. Ikke alene hvert Land, men ofte ogsaa hver Provins havde sit eget System; endvidere var der inden for hvert Landomraade hyppig flere Systemer. I Danmark har vi det i saa Henseende ret broget endnu; Fod, Alen, Favn, Fjerdingsvej og Mil ere gode nok, for saa vidt som de staa i simple Talforhold til hverandre; men Tommen og dens Underafdelinger er der bragt Forvirring i, idet man i Handel og Vandel fra gammel Tid deler Foden i 12 Tommer og den atter to Gange i Tolvtedele (Linier og Skrupler), men til Landmaalingen har man for at lette Regningen med de maalte Tal delt Foden i 10 Decimaltommer (til Forskel fra den almindelige Tomme, Duodecimaltommen) og den atter to Gange i Tiendedele. Vægtenheden i almindelig Handel og Vandel er Pundet, der lovmæssig deles i 100 Kvint à 10 Ort, men Apotekerne skulle veje efter det franske Vægtsystem, altsaa efter Kilogrammet, som deles i 1000 Gram, og samme System bruges ved Handel med ædle Metaller.

Pundet er $\frac{1}{2}$ Kilogram, Kvinten er 5 Gram og Orten $\frac{1}{2}$ Gram. Der er saaledes nok at passe paa for den, der i en Hast skal omsætte fra det ene Vægtsystem til det andet.

At der i vore Dage er Trang til at faa Enhederne, hvorefter man maaler, vejer og betaler, delte efter Titalsystemet, er der neppe nogen Tvivl om, siden Landmaalerne have tidelt Foden, og Loven har hundrededelt Pundet og Kronen. Trangen er naturligvis grundet i, at Tallene nævnes og skrives efter Titalsystemet. Denne Trang have vore Forfædre øjensynlig ikke følt, og det skønt Titalsystemet i Tallene sikkert er ældre end noget som helst vedtaget System for Maal og Vægt. At tælle til 5 og til 2 Gange 5, det har de 2 Gange 5 Fingre til alle Tider givet Anvisning paa. Alligevel har man i gamle Dage ved Deling af Maal- og Vægtenheden overalt netop skyet Tidelingen og foretrukket Delinger efter 12, 16, 32 o. s. v., altsaa efter Tal, som ere lette at regne med i Hovedet, fordi der er mange Tal, som gaa op i dem. Sagen er nemlig den, at man ikke i gamle Dage havde en Blyant eller Pen ved Haanden til enhver Tid, og selv om man havde dem, vare de færreste vant til at bruge dem ved Udregninger; man var vant til at regne i Hovedet; og det gjorde man vistnok bedre dengang end nu. Man havde derfor to Slags Talsystemer, det ene Slags, To- eller Tolvtalsystemet, til at regne med, og det andet, Ti- eller Tyvetalsystemet, til at tælle efter. Nu derimod, da Adgangen til og Øvelsen i at bruge Pen og Papir er stor, og da Regnestykkerne ogsaa manges Gang ere blevne vidtløftigere, er man vant til at regne paa Papiret, altsaa regne med de i Titalsystemet skrevne Tal; hertil passe de gamle Inddelinger kun daarligt; derimod er det en stor Lettelse, naar de Tal, man læser af paa Maalestok eller Vægtlodder, straks give Cifrene i det Tal, der skrives op, og hvormed der regnes; en Længde paa 1 M. 7 Decim. 3 Centim. 8 Millim. kan man skrive som 1,738 M., 17,38 Decim., 173,8 Cm. eller 1738 Millim. Den samme Længde i Fodmaal vilde hedde 5 Fod 6 Tom-

mer 5,4 Linier, $5\frac{774}{1440}$ Fod, $66\frac{54}{120}$ Tomme eller 797,4 Linier. Mens man straks faar Cifrene i Tallet, der angiver Længden af de paa Meterstokken aflæste Tal, hvilken af Enhederne Meter, Decim., Centim. eller Millim. man end vil regne med, maa der Omregninger til, naar man har maalt med en Tommestok og skal have Længden udtrykt i en af de dertil hørende Enheder alene, hvad der jo ofte er nødvendigt, f. Eks. naar man af Længdemaal skal regne sig til et Flademaal eller et Rumfang.

Det var som sagt for et Hundrede Aar siden, at Metersystemet blev vedtaget i Frankrig. Meteren skulde være 1 Timilliontedel af Jordkvadranten gennem Parises Observatorium, altsaa af Afstanden fra Nordpolen ad Meridianbuen til Ækvator. Underafdelingerne af Meteren (S. 248) benævntes efter de latinske Talnavne, Flerfoldene Dekka-, Hekto- og Kilometer (10, 100 og 1000 Meter) efter de græske. Jordens Omkreds bliver altsaa herefter 40000 Kilometer, dens Tværmaal omtr. 13000 Km.

Længden af Jordkvadranten havde man ved Gradmaalingen funden udtrykt i den gamle Længdeenhed, og man kunde altsaa derefter afmaale Meterens Længde; der blev dannet en Stang af Platin, hvis Endefladers Afstand var lig denne Længde; den blev Grundmaalet i det ny System og er efter det Sted, hvor den opbevaredes, Statens Arkiv i Paris, bleven kaldt Arkivmeteren.

Paa samme Tid fastsatte man ogsaa Vægtenheden, 1 Kilogram, afhængig af Længdeenheden paa den S. 248 omtalte Maade, hvorefter 1 Kubikdecimeter eller 1 Liter rent Vand af 4° C. Varmegrad skulde veje 1 Kilogram. Man dannede i den Hensigt et cylindrisk Metallegeme, hvis Rumfang, udtrykt i Liter, man fandt ved at udmaale Cylinderen. Dette Legeme blev vejet først paa almindelig Maade og derpaa, idet det hængte fra Vægtskaalen ned i Vand; herved fandt man dets Vægttab i Vandet. Dette

Vægttab er som før nævnt lig Vægten af det Rumfang Vand, Cylinderen har fortrængt. Paa denne Maade fik man at vide, hvor meget 1 Liter Vand vejer, og man dannede derefter et Vægtlod af Platin, der blev Mønsterloddet for Kilogramvægten. Loddet kaldes Arkivkilogrammet.

Efter de Udmaalinger, man senere har kunnet foretage med større Nøjagtighed, end det kunde ske for 100 Aar siden, har det vist sig, at Arkivmeteren og Arkivkilogrammet ikke længer ere tilstrækkelig nøjagtige Maal, henholdsvis for 10 Milliontedelen af Jordkvadranten og for Vægten af 1 Liter Vand. For ikke at fremkalde unødigt Forvirring har man dog ikke villet ændre de en Gang fastslaaede Enheder. Meteren er altsaa fremdeles given ved Arkivmeteren og Kilogrammet ved Arkivkilogrammet, eller rettere, idet de to Platinlegemer opbevares urørte som historiske Akter, ved Kopier, der ere dannede i de senere Aar af et stærkere Materiale, nemlig af en meget haard Legering af de to ædle Metaller Platin og Iridium, de saakaldte internationale Prototyper eller Mønstertyper.

Da Metersystemet fik stor Udbredelse i de fleste europæiske Lande, og da det blev næsten det eneste brugte i videnskabelige Arbejder, fandt man det fornødent at sikre sig, at alle kom til eller dog kunde komme til at maale efter samme Meter. I 1875 blev der afsluttet en Overenskomst, den internationale Meterkonvention, mellem Tyskland, Belgien, Danmark, Spanien, Italien, Peru, Rusland, Sverrig og Norge, Schweiz, Tyrkiet, Frankrig, Østerrig-Ungarn, Brasilien, det argentinske Forbund, de forenede Stater i Amerika, Portugal, Venezuela. I Følge denne Overenskomst blev der oprettet et »videnskabeligt og stedsevarende internationalt Bureau for Maal og Vægt« i Pavillon Bréteuil i Sèvres ved Paris. Bureauet bestyres og tilses af en »international Komite for Maal og Vægt«, som igen

er underordnet en »Fællesforsamling (Konference) for Maal og Vægt«. Sidstnævnte Forsamling dannes af Delegerede fra de forskellige Stater (nogle af de ovenfor nævnte Stater ere udtraadte, andre ere senere komne til); Komiteen samles nu hvert andet Aar, Konferencen hvert 6. Aar.

Bureauet er et stort fysisk Laboratorium, hvis første Opgave var at tilvejebringe og undersøge Maalestokke og Vægtlodder til Brug som Mønstertyper, dels de ovenfor nævnte to internationale Typer, dels Kopier af disse, som tilstilledes de Stater, der bestilte saadanne. Danmark fik sine Mønstertyper i 1889; de opbevares indtil videre i Nationalbanken i Kjøbenhavn. Bureauet har tillige den Opgave at undersøge Maalestokke og Vægtlodder, som indsendes til det for at verificeres, d. v. s. sammenlignes med Mønstertyperne; tillige udføres der videnskabelige Undersøgelser, som staa i Forbindelse med Kunsten at maale og veje, saaledes Undersøgelse af Termometre, Tilvejebringelse af Emner, der passe for Maalestokke og Lodder, disse Emners Udvidelse ved Varme, Modstandskraft mod Bøjning, Slid o. s. v. Omkostningerne til Indretning og Udstyrelse af Bureauet bleve fastsatte til højst 400 000 Francs og de aarlige Udgifter til højst 100 000 Fr. De paalignes de forskellige Stater i Forhold til disses Folketal. Komiteens Præsident og Sekretær samt Direktøren for Bureauet skulle høre til forskellige Stater; den første Direktør var Nordmanden O. J. Broch.

I de senere Aar er der bleven udført et ejendommeligt Arbejde i Bureauet, idet man i Forbindelse med en amerikansk Fysiker Michelson, der har angivet Fremgangsmaaden, med stor Nøjagtighed har sammenlignet Meterens Længde med Længden af en Lysbølge for en bestemt Slags Lys i Spektret. Dette har været et meget vanskeligt Arbejde at udføre paa Grund af den uhyre Forskel paa de to Længder (der gaar omtr. 1 Snes

Millioner Lysbølgelængder paa 1 Meter). Herved har man faaet et Naturmaal for Meteren, saa at denne kan afmaales af nyt, naar man tilvejebringer det nævnte Slags Lys, uden at man har nogen Type at maale efter. Gentager man en saadan Maaling om hundrede Aar, vil man kunne faa at vide, om Mønstertyperne have holdt uforandret Længde i den forløbne Tid.

VÆGTSKAALEN.

Viservægten. Ved »Maaling« tænker man nærmest paa det, man foretager sig for at faa en Længde, en Flade eller et Rum udtrykt ved et Tal, som giver, hvor mange Gange den vedkommende Størrelse er større end den Enhed, som bruges ved Maalingen. Ordet har dog, i hvert Fald i Naturvidenskaben, faaet Anvendelse ikke blot paa de tre nævnte Slags Størrelser, men i det hele paa alt det, hvorpaa Ordet Mængde eller Størrelse kan anvendes. Man maaler Tid, Hastighed, Kraft, Tryk af Vand, Luft, Damp, Lys, Varme, Magnetisme, Elektricitet. Hver saadan Maaling kræver sit Maaleapparat, af hvilke mange ere kendte i det daglige Liv, de fleste under Navne, der ende paa meter: Krono-, Dynamo-, Baro-, Foto-, Termometer; hertil kommer de nu af mange velkendte Navne paa de elektriske Maaleapparater: Ampere- og Voltmeter. Da det at veje et Legeme kun betyder at finde, hvor mange Gange Legemets Vægt er større end den Vægtenhed, man bruger, er Vejningen ogsaa en Maaling. Ved mange af de ovenfor nævnte Maaleapparater kan man paa en Gradestok eller inddelt Kreds straks aflæse den Størrelse, man vil kende. Man har ogsaa Vægte, der ere indrettede saaledes, at den Ting, man lægger paa Skaalen,

ved sin Vægt flytter en Viser hen ad en Række Tal; det Tal, ud for hvilket Viseren standser, giver da Tingens

Vægt. Skaalen er anbragt bevægelig saaledes, at dens Bevægelse møder en Modstand, der bliver større, jo længere den tvinges ned. Saadanne Vægte har man som Brev- og Køkkenvægte, paa Jernbanestationer og som de nu saa almindelige Automatvægte. Den Modstand, der skal veje op mod det, der vejes, faas paa to forskellige Maader; ved den ene bøjer Vægtskaalen, idet den synker, en Fjeder, ved den anden løfter den et Lod i Vejret. I det ene Tilfælde er det Fjederkraften, i det andet Tyngdekraften, der gør Modstand mod, at Vægtskaalen trykkes ned.

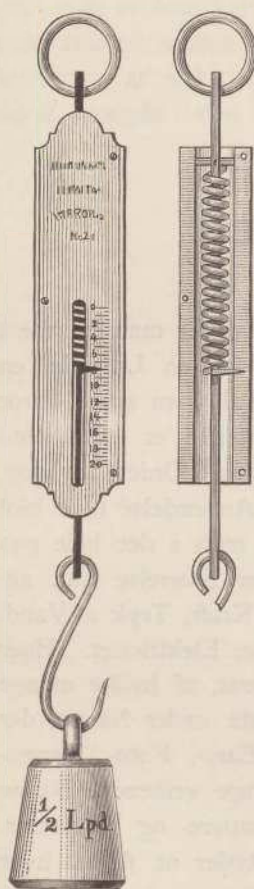


Fig. 160.

Den simpleste Fjedervægt er indrettet saaledes, som Fig. 160 viser. I Krogen ophænges det, der skal vejes. Krogen sidder i en Stang, der bæres af en stiv Spiralfjeder, hvis øverste Ende er fæstet foroven i Vægten. Fra den øverste Ende af Stangen gaar en lille Viser eller Tunge ud til Siden; den viser paa en Gradestok, hvad det vejer, der hænger

i Krogen. Figuren til højre viser det indre af Vægten, idet Dækpladen, hvorpaa Gradestokken er indridset, er fjernet der.

En bekvemmere Fjedervægt faar man, naar Vægten angives af en Viser paa en inddelt Kreds. Viseren drejes, ved at den Skaal, hvorpaa den vejede Ting ligger, trykkes ned, idet den nedad gaaende Bevægelse ved en Mekanisme overføres paa Viserens Aksel; ved endvidere at lægge Skaalen øverst, opnaar man dels at faa friere Plads paa Skaalen, dels at Vægten kan staa paa sin egen Fod (Fig. 161).

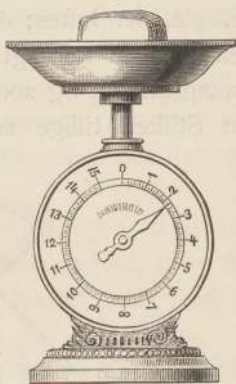


Fig. 161.

En Viservægt, hvor Tyngden vejer op mod det, der vejes, kan indrettes paa mange forskellige Maader. Fig. 162 og 163 vise to ret almindelige Former for den; de bruges mest til Brevvægte. I Fig. 162 vipper en Vinkelvægtstang om en Tap øverst paa Støtten; Vægtstangens ene Arm bærer det, der vejes, mens der

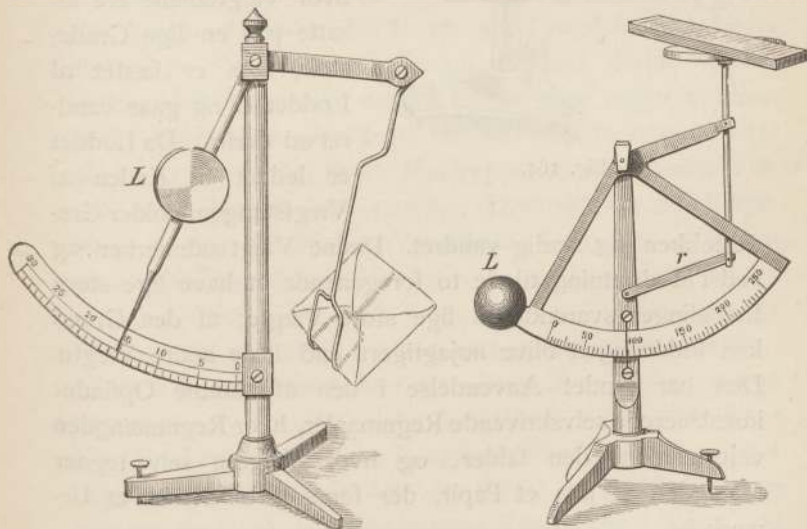


Fig. 162 og 163. Brevvægte.

paa den anden sidder et Lod L, som løftes, naar den første Arm tynges ned. L's Arm er tilspidset til en Viser. Fig. 163 har en lignende Vægtstang; her er det en Kugle, der løftes; den har ligesom Fjedervægten (Fig. 161) en foroven anbragt Skaal, hvis Stilk er leddet til Vægtstangsarmen, og som stadig holdes i vandret Stilling, ved at Stilken tillige er leddet til en anden Arm r, der er

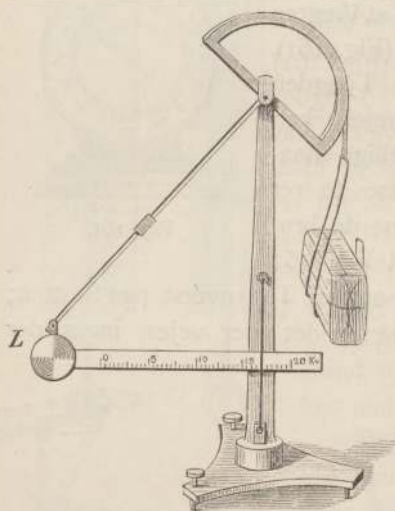


Fig. 164.

parallel og lige lang med Vægtstangsarmen. Der er tillige den mindre væsentlige Forskel mellem Fig. 162 og 163, at i den sidste er den inddelte Bue anbragt paa Vægtstangen og altsaa bevægelig med den, mens Viseren er fast. Fig. 164 viser Rungs Sinusvægt, hvor Vægttallene ere afsatte paa en lige Gradenstok, som er fæstet til Loddet L og gaar vandret ud derfra. Da Loddet er leddet til Enden af Vægtstangen, holder Gra-

destokken sig stadig vandret. Denne Vægt udmærker sig ved i Modsætning til de to foregaaende at have lige store Inddelinger svarende til lige store Vægte; af den Grund kan Inddelingen blive nøjagtigere end i de andre Vægte. Den har fundet Anvendelse i den af samme Opfinder konstruerede selvskrivende Regnmaaler, hvor Regnmængden vejes, mens den falder, og hvor Vægten selv tegner Mængden af paa et Papir, der føres forbi den af et Urværk.

Alle de tre sidst omtalte Vægte maa stilles ind, før man vejer, saaledes at Viseren peger paa 0; ellers ere de misvisende. Indstillingen sker ved Stilleskruer i Foden.

En Fjeder kan i Tidens Løb slappes; sker det med Fjedren i en Vægt, bliver denne falsk; man bør derfor have et rigtigt Lod af passende Størrelse for af og til at prøve Vægten; hvis denne fra Begyndelsen har vist alle Vægte rigtig, vil det være nok bagefter at prøve den ved en enkelt Vægt.

En Viservægt, hvor Tyngdekraften bruges til at veje op med, kan ikke blive falsk som Fjedervægten, naar den kun er rigtig indstillet og ikke har lidt Overlast, idet Tyngdekraften altid virker ens.

Hvis man laver en Fjedervægt et Sted i Nærheden af Ækvator og tager den med for at bruge den paa en Rejse mod Nord, vil man finde, at den bliver efterhaanden mere falsk; er man kommen til et Sted saa nordligt som Tromsø, vil Vægten vise $4\frac{1}{2}$ Gram for meget paa et Kilogram; Fejlen vil være henimod $\frac{1}{2}$ Procent af det, der vejes. Grunden hertil er, at Tyngdekraften bliver større, jo nærmere man kommer Polen; derfor vil det samme Vægtlod trykke samme Fjeder ulige meget sammen under forskellige Breddegrader. Da Fjedervægten altid bliver et temmelig groft Maaleapparat, faar denne Forskel dog i Reglen intet at sige. Derimod har det Betydning, at den almindelige Vægtskaal, hvor man vejer op mod den Ting, der skal vejes, ved Lodder, ikke viser en saadan Forskel. Thi med Vægtskaal og Lodder kan der vejes meget nøjagtigt, og ved mange Lejligheder baade i Videnskab og Praksis har man Brug for at veje meget nøjagtigt. At en almindelig Vægtskaal vejer ens under alle Breddegrader trods Tyngdens Forskellighed, ligger naturligvis i, at baade det, der vejes, og Lodderne, som veje op derimod, lide den samme Forandring i Vægt ved

at flyttes fra en Breddegrad til en anden, hvorfor Vægtskaalen ikke mærker noget til Forandringen.

Vægtstangen. Virkningen i de fleste Vægtskaale er grundet paa Vægtstangen (Vogtestang, Løftestang, Balance). Skal en Mand løfte en Sten, der vejer, lad os sige, 1200 Pund, op af Jorden (Fig. 165), vil han, som det kaldes, vogte den op. Han graver et Hul ind under en Del af Stenen og skyder en Stang (f. Eks. en Vognstang) der-



Fig. 165.

ned; lidt fra Stenen lægger han et Stykke Træ under Stangen og stamper Jorden fast under dette, for at det ikke skal kunne trykkes synderlig ned. Lægger han sig nu med sin fulde Vægt over den fri Ende af Stangen, har han Udsigt til at kunne løfte den Del af Stenen, mod hvilken den anden Ende af Stangen trykker; skulde det ikke lykkes straks, vil han skubbe Træstykket længere ned mod Enden af Stangen, saa skal Stenen nok give sig.

Naar det lykkes, ligger det for det første i, at Stangen ikke tager fat under Midten af Stenen, men ude ved Kanten; derved faar Vogtestangen kun at løfte det halve

af Stenens Vægt; den anden Halvdel bæres af Jorden paa den modsatte Side. Det er altsaa 600 Pund, Manden har tilbage at vippe op ved sin egen Vægt; vejer han selv 150 Pund, altsaa $\frac{1}{4}$ af de 600 Pund, kan han magte Stenen, hvis hans »Vogtearm« eller Vægtstangsarm er 4 Gange saa lang som Stenens Arm, begge Arme regnede fra det Sted, hvor Vogtestangen støtter mod Træstykket. Kniber det at faa Stenen lettet, vil han derfor lægge sig selv saa yderlig som muligt paa Stangen for at forlænge sin egen Arm og skyde Træstykket saa langt ind, som det kan gaa, for at forkorte Stenens Arm. Har han faaet Stenen lettet, maa han eller en Hjælper hindre den i at gaa ned igen ved at »klodse op« under den med Jord, Sten, Træ, eller hvad der kan falde for, saa at Vogtestangen kan blive fri til nu at lette den ved den anden Side, og saaledes kan Stenen efterhaanden komme helt op.

Jo kortere man gør Stenens Arm, des større Magt faar man over den, men des mindre vil ogsaa det Stykke være, den bliver løftet; des længere Tid tager hele Arbejdet. Dette Forhold, som med Nødvendighed findes ved enhver Indretning, hvorved man faar en lille Kraft til at overvinde en stor Modstand, udtrykker man saaledes: Hvad man vinder i Kraft, det taber man i Tid. Foreligger der paa den ene Side et Stykke Arbejde af en vis Størrelse at udføre og paa den anden Side en Arbejdskraft (Menneske, Hest, Dampmaskine, eller hvad det er), der kan præstere en vis Mængde Arbejde i Sekundet og ikke mere, da er dermed givet den korteste Tid, hvori Arbejdet kan gøres, hvilke Mellemlid man end bruger af Vægtstænger, Hjul, Trisser o. s. v. Kan f. Eks. Arbejdskraften højst yde 30 Pundfod i Sekundet, og er det hele Arbejde, der skal udføres, 108000 Pundfod stort, da vil i Time være den aller korteste Tid, hvori Arbejdet kan blive udført. En lille Arbejdskraft kan nok gøre et stort

Arbejde, men den vil bruge lang Tid til det, hvordan man saa indretter sig. Det er Miskendelsen af denne Sætning, som endnu stadig faar sangvinske Opfindere til at grunde over perpetuum mobile, den Maskine, der ligesom Aladdins Lampe kun behøver at gnides for bagefter at gøre Underværker.

Til forskellig Brug kan Vægtstangen faa højst forskellige Former; det gælder om i hvert Tilfælde at kunne se, hvad der med Rette kan kaldes Vægtstangsarmen for den Kraft, der tager fat, naar man skal skønne over dens

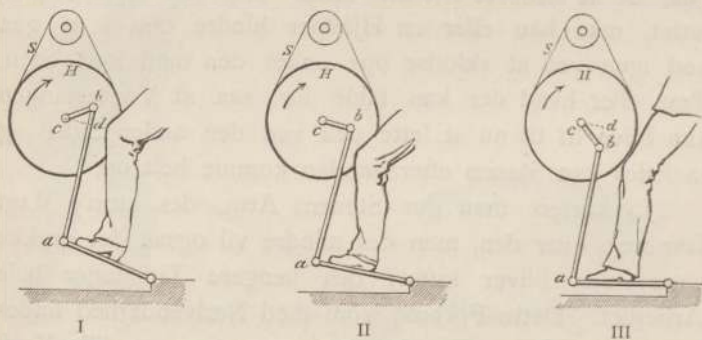


Fig. 166.

Virkning. Et Trædeværk eller Traad (Fig. 166) til en Symaskine, Slibesten eller Drejelad er en Vægtstang, hvor Fodens Tryk er den arbejdende Kraft, mens Modstanden kommer fra den Snor S, der ligger om Svinghjulet H, og som fører Bevægelsen videre. Naar som i II Trækstangen ab fra Fodbrættet har en Stilling, hvor den danner en ret Vinkel med den Arm cb, der udgaar fra Hjulaksen, da er simpelt hen cb Vægtstangsarmen. Men i de Stillinger af cb og ab, der ere viste i I og III er det ikke saa.

Den Arbejder, der Dag ud og Dag ind træder en saadan Maskine, ved meget god Besked med, at han har

mest Magt over Trædeværket, naar det har den i II viste Stilling, selv om han aldrig har hørt Vægtstang eller Vægtstangsarm nævne, og derfor træder han til, naar Foden nærmer sig dertil. Hans Erfaring forklarer man paa følgende Maade: Naar en Kraft virker skraat mod Vægtstangen, da er Kraftens Vægtstangsarm kun at regne lig med den korteste Afstand fra Omdrejningspunktet til den Retning, hvorefter Kraften virker. I Stillingerne I og III kan man derfor kun regne med en Vægtstangsarm saa lang som cd. Fodens Magt til at tvinge Hjulet rundt er der i samme Forhold mindre end i II, som cd er mindre end cb. I de to Stillinger foroven og forneden, hvor ab kommer til at ligge i Flugt med cb, har Foden slet ingen Magt til at dreje; det er de døde Punkter.

Naar to Vægte veje op mod hinanden paa en Vægtstang, kan man finde Forholdet mellem dem, hvis man har maalt deres Vægtstangsarme; den Vægt, der hænger paa den korteste Arm, maa være den største; Vægtene ville forholde sig omvendt som Længden af deres Arme. Herefter vil det forstaas, hvorledes de i Fig. 162, 163 og 164 fremstillede Viservægte ville indstille sig efter Vægten af den Ting, der lægges paa Skaalen. Forholdet er simplest i Sinusvægten; der hænger Vejningsgenstanden i et Baand, der er lagt over den halvcirkelformede Bue foroven; det lodrette Træk i Baandet virker derfor altid i samme Afstand fra Vippepunktet, saa at Vejningsgenstanden altid har samme Vægtstangsarm. Anderledes med Loddet L; dets Træk gaar ogsaa lodret nedad, men efterhaanden som Vægtstangen drejes mere ud fra sin Hvilestilling, bliver Afstanden fra Vippepunktet til Trækretningen større; da Gradestokken altid holder sig vandret, vil den til enhver Tid vise, hvor stor L's Vægtstangsarm er. Det, der hænger til højre, vil der-

for være lige saa mange Gange tungere end L, som den Vægtstangsarm, Gradestokken viser, er længere end Radius til den halvcirkelformede Bue; derfor er det, at Inddelingerne paa Gradestokken, som før nævnt, blive lige lange.

I Vægtene Fig. 162 og Fig. 163 er Vægtstangsarmen til højre forskellig efter Stillingen ligesom i Traadet (Fig. 166); den er størst, naar Armen er vandret; der er dog ikke stor Forskel; naar Vægtstangen drejes fra o til det højeste Tal paa Buen, vil nemlig Armen til højre begynde med at pege lidt over og ende lidt under vandret Stilling. For alle tre Vægte gælder det, at baade tunge og lette Ting kunne vejes op af den samme Modvægt L af den Grund, at L's Vægtstangsarm bliver stor ved de tunge og lille ved de lette Ting.

Vejning ved Lodder. Den almindelige Vægtskaal, dannet af en Vægtstang eller Vippe med to lige lange Arme, fra hvis Ender to Skaale hænge ned, bliver i Hovedsagen ens indrettet, enten den skal tjene i Apoteket til at afveje smaa Doser paa Brøkdele af et Gram eller den med alenlange Arme tjener i Jernhandlerens Bod til at afveje Pund i Hundredvis. Dens Hoveddele ere snart nævnte: En Vippe af Messing eller Staal, der vugger i et Leje foroven i en Støtte, og Skaalene, der hænge i Vippens Ender. Små Vægtskaale mangle ofte Støtten, idet de hænge i en Gaffel, der bæres af en Krog eller tages i Haanden (Fig. 168). Skal Vægten være paalidelig, maa den alene indstille sig efter de Lodder, der ligge paa Skaalene; derfor maa Gnidningsmodstanden gøres saa lille som vel muligt i den Tap, hvorom Vippen drejer sig; dette opnaar man meget fuldstændig ved at danne Tappen som et Knivsblad med bred Ryg. Denne Kniv, som den kaldes, stikkes igennem og fæstes med nedad vendt Kant i et derefter formet Hul i Vippen; Enden af den ses ved

k i Fig. 167. Kniven sidder midtvejs i Vippen saaledes, at denne stiller sig vandret, naar den (uden Skaalene) lægges ned med Knivens to Ender hvilende hver i sit Leje. Lejet er foret med Staal, for at Knivsæggen ikke

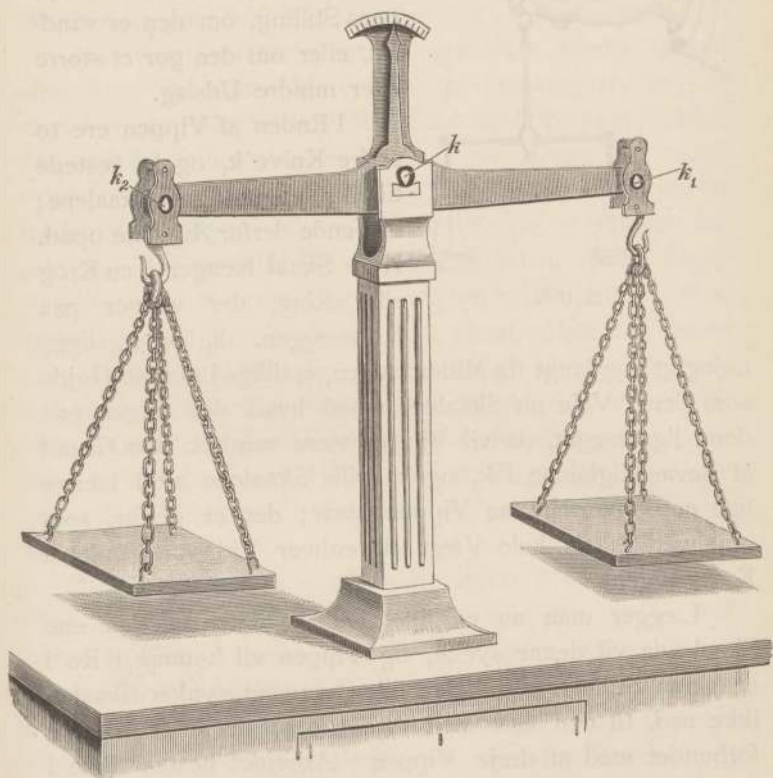


Fig. 167.

skal trykke Ridser deri. Vippen skal være, som det kaldes, i stadig Ligevægt; denne kendes paa, at et lille Stød faar Vippen til at svinge op og ned omkring sin vandrette Stilling; det opnaas ved at fæste Kniven tilpas højt i Vippen. Den vil da altid ende med at komme i

Ro i sin vandrette Stilling og vil gøre en, om end ringe, Modstand mod at føres ud fra den. En Tunge T er fæstet til Vippen og peger mod en paa Støtten anbragt inddelt Bue; den viser Vip-pens Stilling, om den er vandret, eller om den gør et større eller mindre Udslag.



Fig. 168.

I Enden af Vippen ere to andre Knive k_1 og k_2 fæstede til Ophængning af Skaalene; de vende derfor Æggene opad. Hver Skaal hænger i en Krog eller Ring, der vugger paa Knivsæggen. k_1 og k_2 ligge

nøjagtig lige langt fra Midterkniven og tillige i samme Højde som den. Veje nu Skaalene, med hvad der ligger paa dem, lige meget, da vil Vippen være vandret. Paa Grund af Bevægeligheden i k_1 og k_2 ville Skaalene altid hænge lige ned, hvordan saa Vippen staar; det er derfor, som om hver Skaals hele Vægt til enhver Tid var samlet i Knivsæggene.

Lægger man nu en lille Tillægsvægt paa den ene Skaal, da vil denne synke, og Vippen vil komme i Ro i en skraa Stilling. Ved den lille Overvægt synker Skaalen ikke ned, til den slaar mod Bordet, fordi der er et Arbejde forbundet med at dreje Vippen. Arbejdet bestaar ikke i at flytte Skaalene og det, som derpaa ligger; thi da Æggen k ligger lige midt mellem k_1 og k_2 , vil den ene Skaal synke lige saa meget, som den anden løftes. Derimod saa vi, at Vægtstangen er ophængt saaledes, at den gør Modstand mod at føres ud af vandret Stilling; det er denne Modstand, som Tillægsvægten skal overvinde, og det er altsaa den, som standser Vippen i den skraa Stil-

ling. Det er paa denne lille, men sikre Modstand, at Vægtens Paalidelighed er grundet; enten der ligger lidt eller meget paa Skaalene, vil samme Tillægsvægt møde samme Modstand og derfor stille Vippen lige meget skraat; Vægtskaalen er lige følsom, enten der vejes lidt eller meget paa den.

Man kan indrette Vægten mere eller mindre følsom efter dens Bestemmelse; den bliver følsomgjort, ved at man forringer den nævnte Modstand mod Vippens Udslag fra vandret Stilling; man kan afpasse denne Modstand, omtrent som man vil, ved den Højde, hvori man sætter Kniven k i Vippen. Ved de fineste Vægte er Modstanden saa ringe, at en lille Stump af et Flueben som Tillægsvægt formaar at dreje Vippen synligt, selv om der i Forvejen ligger et Par Pund paa hver Skaal. Man har drevet det til at kunne mærke en Overvægt af $\frac{1}{100}$ Mg. paa 1 Kg., d. v. s. 1 Hundredemilliontedel af det, der vejes. Man forstaar, hvilken Forstyrrelse Lufttryk og Støv, for ikke at tale om en hel Flues uhyre Vægt, kan gøre ved en saadan Vægtskaal; den maa derfor lukkes inde i et tæt Glasskab, hvis Døre aabnes det mindst mulige.

Lodderne dannes af et haardt Metal, Messing, Bronze eller Støbejern; de første Æmner modstaa bedre end Jernet Luftens Angreb, men de ere ogsaa meget dyrere. Almindelige Handelslodder paa 1 Pund og derover støbes derfor sædvanlig af Jern. Naar Loddet er støbt, skal det afpasses til den rigtige Vægt; det sker for Messings og Bronzes Vedkommende ved, at Loddet støbes noget for tungt, hvorpaa man filer af det, til det faar den rigtige Vægt. For at spare Arbejdet i det haarde Støbejern støbes Jernlodderne en Del for lette og med et stort Hul, der gaar ned i Loddet fra Oversiden. Hullet lukker man med en Prop af blødt Metal efter at have bragt saa meget Sand eller andet derned, at den rigtige Vægt kommer ud.

Alle de Lodder, som bruges i Handel og Vandel skulle udgaa fra Justerkammeret, idet de efter at være justerede forsynes med Justerkammerets Stempel. Jernlodderne stemples i den ovennævnte bløde Metalprop. Er et Lod bleven for let ved Slid, skal det omjusteres. Det sker for Messings og Bronzes Vedkommende ved, at man

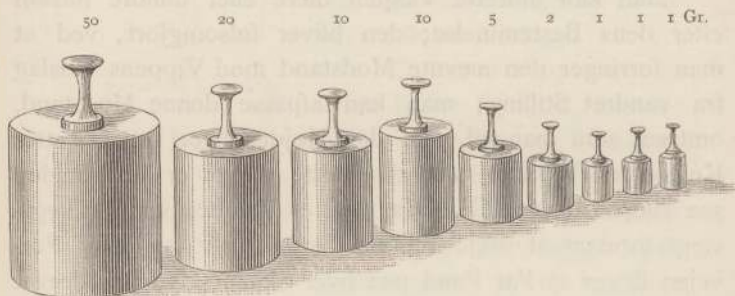


Fig. 169. Vægtlodder fra 50 til 1 Gr. (naturl. Størr.)

borer et Hul i Loddet; deri indfører man Bly og lukker saa med en Metalprop, efter at Vægten er bleven rigtig.

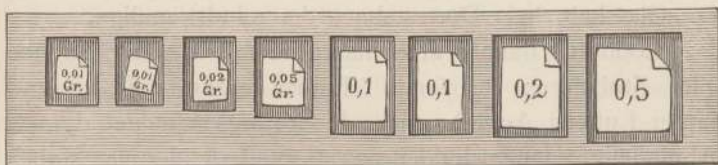


Fig. 170. Vægtlodder fra $\frac{1}{2}$ til $\frac{1}{100}$ Gr. (naturl. Størr.)

Jernlodder omjusteres paa lignende Maade, idet den bløde Metalprop tages ud. Fig. 169 og 170 vise Lodder til fysisk og kemisk Brug i naturlig Størrelse fra $\frac{1}{20}$ Kilo-gram eller 50 Gram ned til $\frac{1}{100}$ Gram. Enhver Vægt fra $\frac{1}{100}$ Gr. til 100 Gr. kan fremstilles ved Lodderne. Formen er valgt saaledes, at de dels ere haandterlige, dels ikke frembyde større Overflade end nødvendigt; jo

større Overfladen er, des større Fejl kan der komme under Brugen ved Slid eller Smuds. Den afstumpede Kegleform eller Cylinderformen egner sig ikke til Lodder mindre end 1 Gram, da de vilde blive uhandlelige ved deres Lidenhed; saadanne dannes derfor af Metalblik (Fig. 170), som ved et ombøjjet Hjørne eller Kant faa et Slags Hank, hvorved man kan tage dem med en Pincet. De faa derfor en forholdsvis stor Overflade, hvorfor de maa omhyggelig beskyttes mod Støv og Smuds, naar de ikke skulle blive helt misvisende.

Lodderne, der bruges ved de fine Vejninger, som Fysikere og Kemikere foretage, maa sikres fuldstændig mod at angribes af Luften; de dannes sædvanlig af Messing, som forgyldes eller platineres, og Overfladen poleres fint, for at intet skal hænge ved dem. Man tager aldrig paa dem med Fingrene, men med en Pincet med Kæber af Træ eller Ben. Hvert Lod har i Vægtkassen sit eget Rum, der er foret med Fløj, for at Loddet ikke skal slides ved Optagningen. Lodder mindre end 1 Gram ere af Platinblik.

De S. 257 omtalte Mønstertyper for Kilogrammet ere som nævnt dannede af en Legering af de to Metaller Platin og Iridium; Legeringen er meget haard, og Metallerne angribes ikke af Luften. Endvidere er Vægtfylden meget stor, over $21\frac{1}{2}$ Gange Vandets; derved bliver Loddet og følgelig dets Overflade forholdsvis lille, hvad der i og for sig er heldigt. At Loddet er lille i Forhold til sin Vægt, er dog i anden Henseende endnu vigtigere; ethvert Legeme, altsaa ogsaa Vægtlodder, bæres noget oppe af Luften eller taber i Vægt. Saaledes er 1 Messingkilogram henved $\frac{1}{6}$ Gram lettere i Luften end i et lufttomt Rum, mens et Kilogram af Platin kun taber omtrent $\frac{1}{16}$ Gr. i Vægt; dette Vægttab, som jo i sig selv kun er ringe, faar dog meget at sige, naar man vejer med en Nøjagtig-

hed af $\frac{1}{100}$ Milligram. Man regner Vægten i lufttomt Rum som den egentlige Vægt, fordi Vægten i Luften er forskellig efter Luftens Beskaffenhed; ved højt Barometer og lav Temperatur faar Luften større Vægtfylde end sædvanlig, og Legemerne tabe derfor mere i Vægt, omvendt naar Lufttrykket er lille og Temperaturen høj. De Lodder, man vejer med, ere derfor altid falske; man maa beregne deres Misvisning efter Luftens Tilstand; jo vægtfyldigere Loddet er, des mindre bliver Misvisningen, og des sikrere kan man derfor beregne denne.

Den ligearmede Vægtskaal er et mærkværdig nøjagtigt og paalideligt Maaleapparat; selv med den grove Udstyrelse og den grove Behandling, som Vægtskaalen faar paa en Disk i en Købmandsbod, kan den dog med Sikkerhed vise en Forskel af $\frac{1}{10}$ Gram paa 1 Kilogram, altsaa en Forskel, der kun er $\frac{1}{10000}$ af den hele Størrelse. Man kan veje en Ting meget nøjagtigere, end man under lige Forhold kan maale Længde eller Rumfang. Det er imidlertid sjældent, at man har Brug for at veje saa fint, som Vægtskaalen kan veje, og man har derfor indrettet Vægtskaale af mange andre Former, hvorved man gør Vejningen bekvemmere, end den er med den ligearmede Vægt; denne vil imidlertid sikkert til alle Tider hævde sig som det vigtigste Vejeredskab paa Grund af sin simple Form, hvis Indretning enhver kan se og forstaa, og hvis Afgørelser man derfor i Tvivlstilfælde vil bøje sig for. Hvad der gør dens Brug mindre bekvem, er de dinglende Skaale og de mange Lodder, man skal bruge. Vi have set, hvorledes man ved Viservægten kan veje helt uden Lodder; ved Bismervægten bruger man kun eet Lod, som altid følger med Vægten, og ved Decimalvægten nøjes man med $\frac{1}{10}$ af de Lodder, man maatte bruge ved en ligearmet Vægtskaal. Ved Decimalvægten og Robervals Vægtskaal og tillige ved nogle

af Viservægtene (Fig. 161 og Fig. 163) har man den Fordel, at det, der vejes, ikke lægges paa en slingrende Skaal, men paa en Flade, der er styret, saa at den kun gaar op og ned.

Bismeren bestaar af en Vippe, der er ophængt ved en Kniv k (Fig. 171); ved dens ene Ende bærer den en

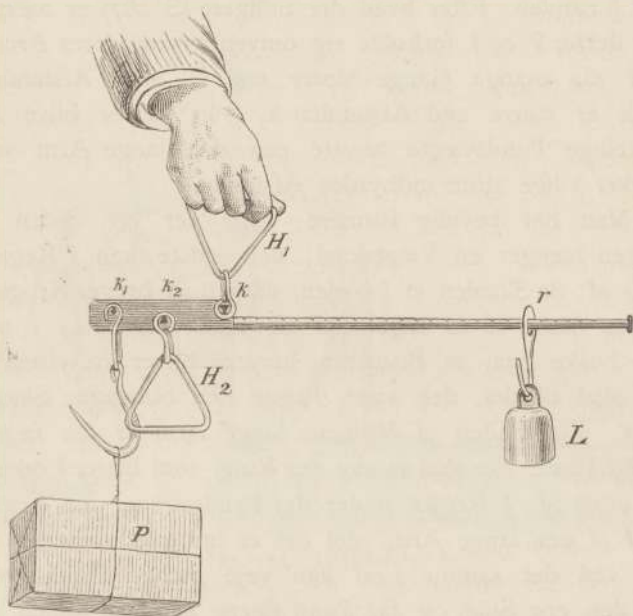


Fig. 171. Bismeren.

i en Kniv k_1 hængende Skaal eller Krog. For saa vidt er den indrettet som den sædvanlige Vægtskaal. Forskellen kommer derved, at den anden Arm er forlænget og ikke bærer nogen Skaal, men er omsluttet af en Ring r , hvorfra et Lod L hænger ned; dette kan altsaa, ved at man skyder Ringen frem eller tilbage, komme til at hænge i forskellig Afstand fra Kniven k . Det kan være indrettet

saaledes i Forvejen, at den tomme Krog netop holder Ligevægt mod den lange Arm, saa at Vippen stiller sig vandret, naar Loddet L tages bort. Vil man veje en Ting P, tager man Bismere i Hanken H_1 , hænger P op i Krogen og skyder Loddet frem eller tilbage, indtil Vippen stiller sig vandret; da alt det øvrige i Forvejen var i Ligevægt, maa nu P og L være ene om at veje op mod hinanden. Efter hvad der tidligere (S. 267) er nævnt, maa derfor P og L forholde sig omvendt som deres Arme. P er saa mange Gange større end L, som Afstanden $r - k$ er større end Afstanden $k_1 - k$; derfor blive de forskellige Pundsvægte afsatte paa den lange Arm ved Mærker i lige store indbyrdes Afstande.

Man har jævnlig Bismere, hvor der ved Siden af Krogen hænger en Vægtskaal; den sidste kan i Reglen lettes af; da Skaalen er i Vejen, naar man bruger Krogen, er man fristet til at tage den af; men man maa i saa Fald huske paa, at Bismere herved bliver misvisende; man skal til det, den viser, lægge den borttagne Skaals Vægt. For Enden af Vippens lange Arm er der fæstet en lille Plade, der skal hindre den Ring, som bærer Loddet, i at glide af. I Reglen findes der Pundsstreger paa begge Sider af den lange Arm, idet det er indrettet saaledes, at man ved det samme Lod kan veje mange Pund groft paa den ene Side og faa Pund finere paa den anden. I den Hensigt er Bismere forsynet med en anden Hank H_2 , der fatter om en Kniv k_2 , som ligger adskilligt nærmere ved Krogens Ophængning end Kniven k . Bærer man Bismere i H_2 , idet Skaal og Lod komme til at hænge ned fra den modsatte Side af Vippen, kan L veje op mod tungere Ting end før paa Grund af den korte Vægstangsarm, som Krogen og det, der hænger i den, nu har at virke paa. Bismere er hurtig at veje med og

nem at føre, men den vejer ikke paa langt nær saa nøjagtigt som den almindelige Vægtskaal.

Decimalvægten eller **Brovægten** har man indrettet for at spare sig Besværet med Brugen af Lodder paa mange Pund og Ulempen ved den slingrende, nedad hængende Vægtskaal, hvis Snore eller Kæder let komme i Vejen for saadanne store Ting som Kornsække, Kreaturer o. s. v.,

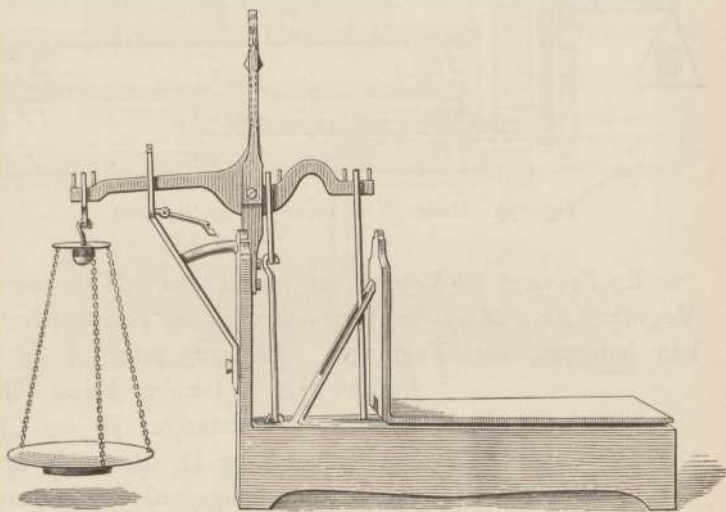


Fig. 172. Decimalvægten.

for hvilke Decimalvægten er bestemt. Navnet Decimalvægt hidrører fra, at Vægten er indrettet saaledes med ulige Arme, at Vejningsgenstanden vejes op med Lodder, hvis Vægt er $\frac{1}{10}$ af Gjenstandens; man bruger almindelige Lodder, men multiplicerer deres Tal med 10, naar man bruger dem ved en Decimalvægt. Lodderne lægges paa en sædvanlig Vægtskaal, hvis Arm altsaa er 10 Gange saa lang som den vejede Tings Arm. Men denne lægges ikke paa en Skaal, men paa et oventil frit Bræt (Fig. 172),

Broen; denne hviler paa Vipper, der ere forbundne med den korte Vægtstangsarm ved leddede Stænger, paa en saadan Maade, at man dels opnaar det ønskede Forhold mellem Lodderne og den Ting, der vejes, dels at Broen uden Slingren kun gaar et knapt afmaalt Stykke op eller ned ved Brugen.

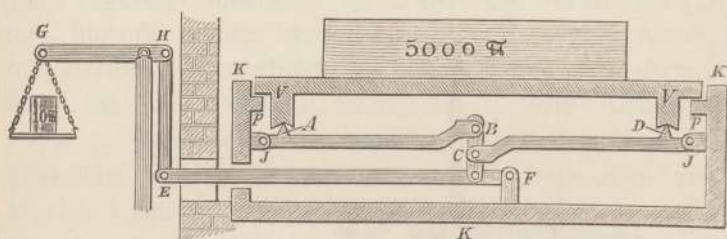


Fig. 173. Model til en Brovægt i en Vejerbod.

En Brovægt til Vejning af meget svære Ting, som Vognlæs, store Maskiner, Jernbanevogne og Lokomotiver, kan indrettes, som Tegningen i Fig. 173 viser. I en i

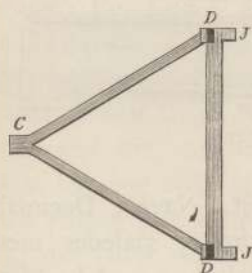


Fig. 174.

Jordsmonnet nedsænket Kasse KK sidde to Vægtstænger JB og CJ. Paa Knive A og D, der sidde tæt ved Omdrejningspunkterne bære de Broen VV, hvorpaa Vejningsgenstanden anbringes. De fri Ender af de to Vægtstænger bæres af den korte Arm af Vægtstangen EF, der atter hænger i Vægtstangen GH, hvorpaa Lodderne anbringes. Vægtstængerne vugge i alle Leddene paa knivformede Ægge. JB og CJ ere formede som trekantede Rammer, saa at Broen faar 4 Støttestykker, to ved A og to ved D (Fig. 174). Man vil let se, at naar Vægtskaalen med Lodderne synker, da vil Broen

løftes og løftes lige meget i begge Ender. Naar det sidste er Tilfældet, da er det lige meget, hvor paa Broen man lægger Vejningsgenstanden; der skal de samme Lodder til at veje den op i alle Tilfælde, enten Vægten er ligelig fordelt eller ej paa de Kiler, som bære Broen. Da Broen overalt tynger ned paa de korte Vægtstangsarme, mens Lodderne virke paa de lange, saa kan man let indrette det saaledes, at Lodderne kunne veje op mod 1000 Gange deres egen Vægt eller endnu mere. Tegningen i Fig. 173 svarer til Forholdet 1 til 500. Naar Brovægten

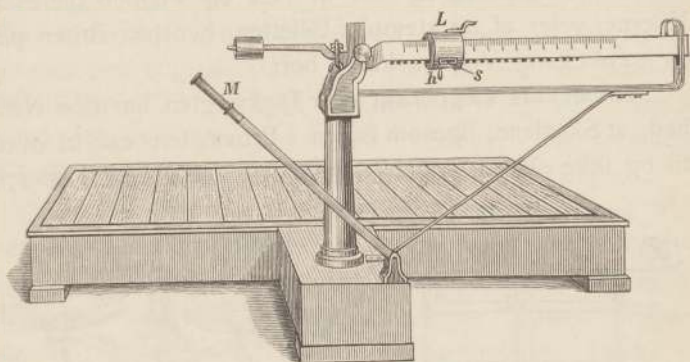


Fig. 175. Andersens og Jensens Indikatorvægt.

bruges i en Vejerbod til Vejning af Vognlæs, da findes Broen udenfor i Flugt med Jordsmonnet, saa at Vognen kan køre lige ind derpaa, mens den øvrige Del af Vægten med Vægtskaalen til Lodderne findes skærmede inden Døre, idet Vægtstangen EF er ført ind gennem et Hul i Muren.

I Stedet for at veje op med Lodder paa en Vægt-skaal kan man ogsaa indrette det som ved Bismereen, saa at man kun har et enkelt Lod, der kan forskydes hen ad Vægtstangen. Saaledes er det paa den i Fig. 175 viste Brovægt; tilmed er det der saa snildt indrettet, at

man ved at stikke en Billet ind i en Aabning i Loddet og trykke paa et lille Haandtag faar Vejningsgenstandens Vægt stemplet ind i Billetten, idet der paa Undersiden af Vægtstangen er fæstet en Række Staaltyper med Tal for de forskellige Vægte; Vægtskaalen kaldes da en Indikatorvægt. Naar Vægtskaalen ikke bruges, sænker man Vægstængerne under Broen saa meget, at Broen kommer til at bæres af Kassen ved nogle Fremspring (P,P i Fig 173). Skal et Vognlæs vejes, kører man Vognen ind paa Broen saaledes, at Hestene staa uden for den; derpaa løfter man Broen ved Haandtaget, saa at den og Vognen bæres af Kilerne, vejer af og stempler Billetten, hvorpaa Broen paa ny sænkes, og Vognen kører bort.

Robervals Vægtskaal eller Diskvægten har den Nemhed, at Skaalene, ligesom Broen i Brovægten, ere fri oven-til og ikke slingre. Dens Hoveddele ere viste i Fig. 176.

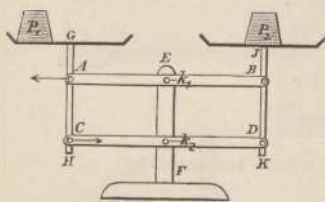


Fig. 176.

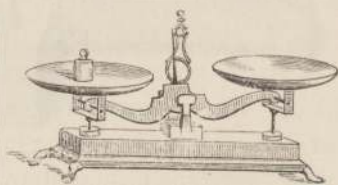


Fig. 177.

Den er dannet af to parallelle, ligearmede Vipper AB og CD, der bæres af samme Støtte EF. Ved begge Ender ere de to Vipper forbundne ved Led med to lodrette Stænger GH og JK, og disse Stænger bære foroven Skaalene. Det behøver ingen Forklaring, at to lige Vægte P_1 og P_2 , der lægges lige over Stængerne, altsaa midt paa Skaalen, holde hinanden i Ligevægt; derimod kan der være Grund til at se, hvorledes det gaar, naar en af Vægtene som P_1 flyttes ud fra Skaalens Midte. Dette

vil ikke kunne forandre det nedad gaaende Tryk, som fra P_1 virker i A og C; det vedbliver at være lig P_1 s Vægt. At P_1 flyttes, som vist i Figuren, vil derimod give Skaalen med Stangen GH en Tilbøjelighed til at vælte til venstre, hvilket giver sig Udslag i, at Stangen GH trækker udad A og trykker indad i C, som det er antydnet ved Pilene i Figuren; men disse Træk og Tryk modtages af Tappene k_1 og k_2 , hvorom Vipperne dreje sig, og de blive af den Grund uden Indflydelse paa Ligevægten, som derfor vil være ens, hvor paa Skaalene man end lægger Vægtene P_1 og P_2 . Fig. 177 viser, hvorledes Diskvægten i Virkeligheden ser ud; Vippen AB ses i Fig. 177 som den bugtede Stang, der gaar fra den ene Skaal til den anden. CD er skjult i Bunden af Vægten; gennem Huller i Bunden gaa de lodrette Stænger, der forbinde Vipperne, op. Den øverste Vippe bærer en Tunge.

Alle de leddede Forbindelser dannes lige saa vel i de sidst omtalte Vægte som i den almindelige Vægtskaal, ved Knive, for at gøre Gnidningsmodstanden mod Vippernes vuggende Bevægelse ringe. Ellers bruger man sædvanlig runde Tappe i Ledforbindelser, f. Eks. i Forbindelsen mellem en Lommeknivs Skaft og Blad; kun derved bliver det muligt at faa en ikke rokkende Forbindelse, der kan forenes med en stor Drejning. I Vægtskaalen behøver der kun at være Spillerum for en lille Drejning af Vipperne, hvorfor de knivformede Tappe kunne bruges. Decimalvægten og Robervals Vægtskaal bruges meget som Handelsvægte; de ere paalidelige og ret følsomme, om de end i den Henseende staa tilbage for den almindelige Vægtskaal paa Grund af deres større Antal Led, hvor der hvert Sted er nogen Gnidningsmodstand, og deres i det hele mere sammensatte Bygning.

Meget svære Ting som Jernbanevogne og store Maskiner kan man veje ved at maale det hydrauliske

Tryk, der maa til for at løfte dem. Ofte kan man veje Tingen i to Gange; det gælder især Vogne, der bæres af to Aksler, idet man først løfter den ene Aksel alene og derpaa den anden alene. Maaler man hver Gang Trykket, faar man Vognens hele Vægt ved at lægge de to Tryk sammen.

Maaling af Kræfter. Ved Hjælp af Vægtskaalen kan man maale Træk og Tryk af forskellig Oprindelse. Hvis man saaledes lægger et Pundslod paa en Vægtskaals ene Skaal og trykker en Finger mod den anden, til Loddet vejes op, da ved man, at Fingeren netop udøver et Tryk paa et Pund. Paa samme Maade er der et Træk paa et Pund, naar man vejer op mod Pundet ved at trække nedad i en Snor, der er bunden fast under den anden Vægtskaal. Var denne Skaal af Jern, kunde man ogsaa veje Pundsloddet op ved at holde en stærk Magnet neden-

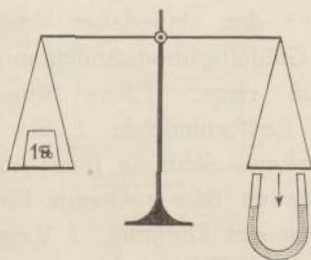


Fig. 178.

under (Fig. 178); i saa Fald vilde Magneten trække nedad i Vægtskaalen med en Kraft paa 1 Pund. Det, man kalder mekaniske Kræfter, er saadanne Virkemidler, som kunne faa samme Virkning som et Lod paa en Vægtskaal, eller hvis Virkning man paa en eller anden Maade kan faa sammenlignet med et Lods Virkning. Kræfter kunne derfor maales i Vægtenheder, Pund, Kilogram, Gram, Milligram o. s. v. efter Kraftens Størrelse. Man kan f. Eks. stille og faa besvaret det Spørgsmaal, med hvor mange Punds Kraft Jorden trækker i Maanen; Kraften er i Kilogram udtrykt ved et Tal, der skrives med 1, efterfulgt af 19 Nuller. En Hest, der gaar for en Plov, kan regnes at trække med omtrent 100 Punds Kraft. Manuskriptet til

det, som her er trykt, er skrevet med indtil $\frac{1}{10}$ Punds Tryk paa Pennen. For at skrive med en almindelig Blyant maa der trykkes med henved $\frac{1}{2}$ Punds Tryk, og til en tyk Streg med en blaa Blyant skal der henved $1\frac{1}{2}$ Punds Tryk mod Papiret.

Fjedervægten er særlig egnet til Maaling af Kræfter, fordi man kan give den, hvad Stilling det skal være, uden at forstyrre den; naar Fjedervægten er særlig indrettet til Kraftmaaler, kaldes den, med Oversættelse til Græsk af dette Ord, Dynamometer. Den i Fig. 178 viste Fjedervægt er vel egnet til Dynamometer, naar det er et Træk, der skal maales; man lader Trækket virke i den ene Ende af Vægten, mens den anden gøres fast der, hvor der skal trækkes. En Hests Træk i en Plov kan saaledes maales ved at bruge en kraftig Fjedervægt som Mellemed mellem Hesten og Ploven.

Tyngdepunkt. Lægger man en eller anden Plade, som et Stykke Pap eller et Bræt, over en skarp, vandret Kant (Fig. 179), kan man vel ikke faa den til at ligge stille, men man kan finde en Stilling, hvor den er i ustadig Ligevægt, det vil sige, at den lige saa godt vipper til den ene som til den anden Side. Drejer man Pladen hen i forskellige andre Stillinger, stadig med samme Side nedad, og faar man den hver Gang til at vippe, vil man faa lige saa mange Vippelinier, som man har givet Pladen Stillinger. Mærker man disse Linier efter hver Vippetur, vil man finde, at de alle skære hverandre i samme Punkt. Prøver man nu at støtte dette Punkt paa en opad vendt Spids, vil man finde, at Pladen vipper saaledes, at den lige let falder over til enhver Side. Støttes Pladen i Stedet for i et hvilket som helst andet Punkt af samme Flade, vil den altid falde til den Side, hvor Vippet punktet findes.

Det ovenstaaende viser, at Pladen, som enhver anden Ting, har et Tyngdepunkt; støttes dette, vil Tingen ikke falde, og støtter man et hvilket som helst andet Punkt, vil Legemet falde til den Side, hvor Tyngdepunktet findes; det er, som om hele Legemets Vægt sad i Tyngdepunktet. Det ovennævnte Vippepunkt er dog ikke Tyngdepunktet; man vil kunne finde et nyt Vippepunkt paa den modsatte

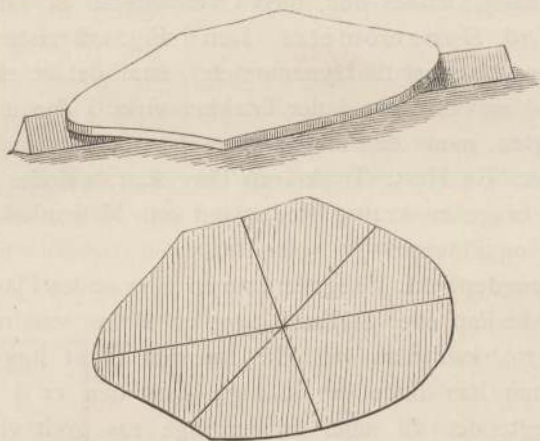


Fig. 179.

Side af Pladen, mens der kun er eet Tyngdepunkt; det vil findes inde i Pladen i Linien gennem de to Vippepunkter.

Hænger et Legeme i en Snor, vil det indtage en saadan Stilling, at Tyngdepunktet findes i Snorens Forlængelse; dette Punkt maa nemlig støttes, naar Tingen skal være i Ro, men Snoren kan kun støtte hvad der findes i dens egen Retning. To Ting L og B (Fig. 180) antages at veje lige meget. L hænges op ved en Snor i den ene Arm af en Vægtstang, B lægges oven paa den anden Arm og flyttes hen ad den, til den vejer op mod L; det vil da vise sig, at den lodrette Linie gennem B's Tyngdepunkt

ligger lige saa langt til venstre for Vægtstangens Akse, som Snoren fra L ligger til højre derfor.

I Fig. 181 er vist en Træstang og et Lod L, der vejer lige saa meget som Stangen; gennem denne stikker man i

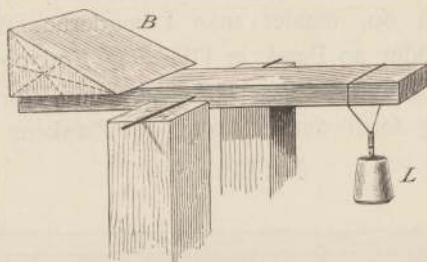


Fig. 180.

O en Strikkepind, der støttes, som vist i Figuren. Stangens Tyngdepunkt er i T; vil man nu veje denne op ved Loddet, saa den hænger vandret, maa man anbringe Loddet

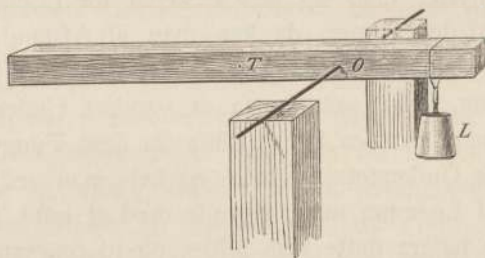


Fig. 181.

lige saa langt til højre for O, som Tyngdepunktet T ligger til venstre; det er ogsaa her, som om hele Stangens Vægt sad i Tyngdepunktet T, skønt en Del af den findes paa den modsatte Side af Aksen. En Planke kan man faa vejlet paa følgende Maade (Fig. 182): Man lægger Planken paa en Rulle og skyder den frem, til den netop vipper; man

mærker sig Vippelinien A og skyder saa Bjælken videre, saa at Rullen kommer til at ligge ved E i nogen Afstand fra A. Man bringer nu Planken til atter at vippe ved at prøve sig frem med et Lod oven paa den til venstre for E. Staar Loddets Midte over Punktet D, naar det vejer Planken op, maaler man Længderne DE og EA. Vejer nu Loddet 20 Pund, er $DE = 3$ Fod og $EA = 1$ Fod, da er Plankens Vægt 3×20 Pund, fordi DE er $3 \times EA$, og fordi det er, som om Plankens Vægt sad

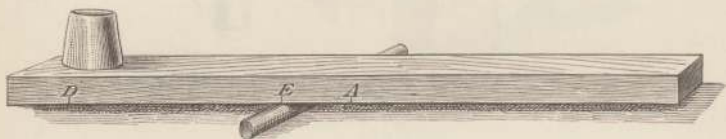


Fig. 182.

alene i Tyngdepunktet; dette ligger lodret over A og har derfor Vægtstangsarmen EA. — Kender man Plankens Vægt, og flytter man sig selv i Stedet for Loddet oven paa den, til den vipper, da kan man af Afstanden til E regne sig til sin egen Vægt.

En Ting, man sætter paa et vandret Underlag, vil blive staaende, hvis en lodret Linie fra dens Tyngdepunkt træffer dens Understøtningsflade, og hvis man ved enhver Væltning af Legemet maa begynde med at løfte Tyngdepunktet; jo højere dette maa løftes, og jo tungere Tingen er, des større Arbejde maa der gøres for at naa Vippestillingen, og des fastere staar derfor Tingen.

SKIBET.

Skibsfart anvendes, hvor man enten skal over Vand, og ikke kan bygge Bro over eller bore Tunnel under, eller hvor det er det billigste og bekvemmeste at gaa til Søs, skønt man ogsaa kunde komme frem til Lands.

I første Tilfælde have Skibene kun deres Ligemænd at konkurrere med, i andet desuden Jernbaner og andre Befordringsmidler. Her har Skibsfarten imidlertid den Fordel, at den er en af de ældste og billigste Maader at transportere Gods paa, naar man har Vandveje til sin Raadighed; man har f. Eks. udregnet, at den Befordring af alle, der kommer længst frem, naar den fra Begyndelsen skal medslæbe sit fulde Forraad af Fremdrivningsmiddel, er en Hest, som trækker en tilstrækkelig stor Pram, ladet med Havre, langs en Kanal. Sagen er, at Modstanden mod Fremdrivningen gennem Vandet stiller sig forholdsvis meget lille, naar Tiden, der medgaar, ikke har nogen væsentlig Betydning. Af samme Grund kan det f. Eks. betale sig at tage Ladninger paa Skib fra New-York til St. Francisco rundt om Cap Horn, fremfor at sende det med Bane tværs over Fastlandet, hvilken Vej dog kun er ca. $\frac{1}{6}$ af Søvejen, og der er ingen Tvivl om, at med Hensyn til den store Godstrafik til og fra Kina vil den transsibiriske

Bane ikke kunne konkurrere med de store Lastdampere, som gaa en meget længere Vej Syd om Asien; Banerne fra St. Petersborg til Odessa kunne heller ikke arbejde billigere end Dampere, som gaa rundt om hele Europa mellem disse Byer.

Til forskelligt Brug antage Skibene nu mange Slags Former, der passe til hvert særligt Øjemed, men Hovedbetingelser, som ere fælles for alle, ere: 1) at Skibet kan flyde uden at synke for dybt med sin Ladning inde, og 2) at Skibet ikke kæntrer og vender Bunden i Vejret. Naar Skibet opfylder den første Betingelse, beror det paa det berømte Princip, der først blev fremsat af Archimedes, nemlig at enhver Genstand, som er nedsænket i Vand, bliver baaret op af Vandmassen paa en saadan Maade, at den tilsyneladende mister i Tyngde saa meget, som den Vandmasse vejer, som den har fortrængt. Denne Vandets Bærekraft virker, naar Vandet og Genstanden begge ere i Ro, som om Kraften var samlet i et Punkt, nemlig Tyngdepunktet af det Rumfang Vand, der blev fortrængt af Genstanden.

Naar man nu lægger en Genstand roligt hen paa Vand, vil den begynde at synke og samtidig forandre sin Stilling paa Vandet, indtil Tyngdekraften, som kan tænkes at virke nedad paa Genstanden i dens eget Tyngdepunkt, akkurat opvejes af Vandets Bæreevne, som ogsaa benævnes Opdriften, og som virker opad paa Genstanden i den for-drevne Vandmasses Tyngdepunkt (Opdriftcentret).

Nu ved man, at for at 2 Kræfter skulle opveje hinanden, maa de 1) være lige store og modsatte, 2) ligge i hinandens Forlængelse.

Lad os nu se, hvordan Sagen stiller sig med et Skib. Her ved man til at begynde med, hvor megen Ladning man vil bære, og af Erfaringen lærer man, hvormeget Skibet da selv vil komme til at veje. Nu maa man

bygge det af et saadant Rumfang for den Del af det, som man tænker sig skal komme til at være nedsænket i Vandet, at Vægten af det fortrængte Vand svarer til Summen af de ovennævnte to Vægte.

Naar man har gjort det, kan man være sikker paa, at ens Skib vil flyde netop saa dybt paa Midten, som man har tænkt sig, men hvis man ikke har passet paa at fordele Vægten af selve Skibet med hvad dertil hører, samt Ladningen, saaledes at deres fælles Tyngdepunkt falder i samme lodrette Linie som Opdriftcentret, kan man ikke være sikker paa, at Skibet ikke stikker den ene eller den anden Ende dybere ned, end man vil have det.

Lad os nu antage, at alt dette er klaret, saa er der dog den anden Hovedbetingelse at passe paa, nemlig at Skibet ikke vender Bunden i Vejret ved at vælte til Siden. Thi selv om de 2 Tyngdepunkter, vi have omtalt, ligge i samme lodrette Linie, kan det godt hændes, at Skibets Tyngdepunkt ligger saa langt over Opdriftcentret, at det hele vælter ved det mindste Stød til en Side.

Vi ville nu undersøge, hvordan disse Punkter bør ligge i Forhold til hinanden, for at sikre, at Skibet har Stabilitet, d. v. s. at det vil rette sig op igen, naar det af en eller anden Grund har krænget over til en Side. Lad Fig. 183 forestille et Snit tværs over Midten af et Skib, og lad G være det fælles Tyngdepunkt for Skroget, Ladningen etc. Lad B være Opdriftcentret. I G kan da Tyngdekraften tænkes virkende nedad med en Størrelse, som er lig Vægten af det hele, og denne Kraft balanceres af Vandets Bæreevne, som med en lige saa stor Kraft virker opad i B.

Nu kunde man tro, at de 2 Punkter skulde ligge i omvendt Orden, for at det hele skulde blive staaende; en Genstand, som klemmes inde mellem 2 Kræfter, vil som Regel helt kæntré til Siden og vende sig om, indtil den endelig kommer til Ro under Paavirkning af disse 2

Kræfter, naar de trække i hver sin Ende af den. Med et Skib forholder det sig imidlertid ikke ganske saaledes; lad os engang se, hvad der vilde ske, naar Skibet begyndte at vælte. Paa Fig. 184, som forestiller Skibet krænget et Stykke over, ser man, at G bliver liggende i Forhold til Skroget, medens B ikke forbliver, hvor det var, i Skibets Midterlinie, men gaar et Stykke BB_1 til Siden i samme Retning, som Skibet krænger over. Gaar det nu saa langt til Siden, at, som Figuren viser, en lodret Linie gennem B_1

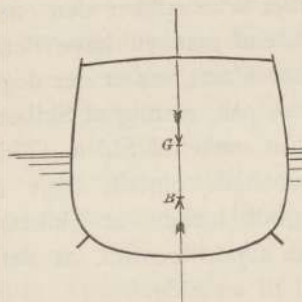


Fig. 183.

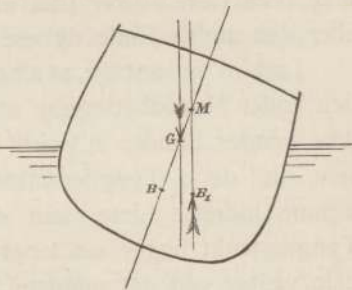


Fig. 184.

er uden for G , vil Opdriften sammen med Tyngdekraften søge at rette Skibet op igen, og det siges da at være stabilt. Falder den lodrette Linie gennem B_1 , inden for G , vil Opdrift og Tyngdekraft forenede søge at vælte Skibet endnu mere over til Siden, og dette er da ustabilt. Falder denne Lodlinie lige gennem G , vil Skibet være lige villigt til at ligge oprejst og noget krænget over til Siden. Tænker man sig denne Fig. 184 tegnet for en ganske lille Hældning fra den oprejste Stilling og den omtalte Lodlinie forlænget, til den skærer Skibets Midterlinie, vil man i dette Skæringspunkt have det saakaldte Metacenter. Man ser, at for at Skibet skal være stabilt, skal M være over G , og jo højere det er derover, des hurtigere vil

Skibet rette sig op, hvis det af en eller anden Aarsag er blevet krænget over og derpaa overladt til sig selv; i dette Tilfælde siges Skibet at være stift. Man kan udtrykke det samme paa en anden Maade, nemlig ved at sige, at Skibet viser en stærk Tendens til at holde sin Midterlinie vinkelret paa Vandfladen. Falder M tæt oven for G, siger man, at Skibet er rankt, og man mærker det ved, at der ikke skal meget til for at faa det til at lægge sig paa Siden. Falder endelig M under G, have vi ovenfor set, at det gaar galt. Afstanden fra G til M kaldes Metacenterhøjden. For at have et Skib, som er sikkert, skal man altsaa lægge M over G, men ikke lige meget for alle Slags Skibe. Tager man en Sejler, som skal være i Stand til at holde sig oprejst, eller saa nær som muligt saa, medens Vindens Tryk paa Sejlene søger at kæntre den, maa den have en Metacenterhøjde, som i enkelte Tilfælde kan være saa meget som 10 Fod, og som kan naa saa langt ned som til 2—3 Fod. For en Handelsdamper har man Tilfælde med kun ca. 1 Fod og mindre endnu, idet der for manges Vedkommende er endnu et Forhold, som gør sig gældende, som vi skal se i det følgende.

Rulning og Duvning. Skibets Bevægelser i Søen hænge paa det nøjeste sammen med Metacenterhøjden, saaledes at naar denne er forholdsvis stor, ville Skibets Slingringsbevægelser til Siderne være forholdsvis hurtige, og omvendt; dette kan man let indse ved at lægge Mærke til, at jo større Magt Opdriften har til at rette Skibet op, des hurtigere vil dette ogsaa ske, efter at Skibet er blevet krænget over. Naar Skibet krænger fra den ene Side til den anden skiftevis, siges det at rulle, og naar det skiftevis løfter For- og Agterenden, siger man, at det duver. Navnlig Rulningen foregaar ofte i en aldeles bestemt Takt, afhængig af Skibets Tilstand.

Lad os nu se paa, hvordan Forholdet stiller sig i op-rørt Sø. En lille Genstand, som flyder paa Vandet, som er i Bølgebevægelse, vil, naar der ingen Vind eller Strøm er, i det hele og store blive, hvor den er, og kun hoppe op og ned, og en Smule frem og tilbage sammen med det omgivende Vand. Bølgerne forekomme os dog at bevæge sig fremad, og, naar de ere store nok, regnet fra den ene Kam til den næste, endda med meget stor Fart; men da vi saa, at en lille Genstand forblev, omtrent hvor den var, maa vi komme til den Slutning, at det kun er Formen af Bølgerne, som gaar frem i Rummet, medens Vandet selv i det væsentlige bliver liggende. Betragter man nu en

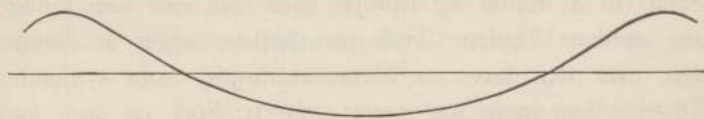


Fig. 185. Trochoide Bølgeprofil.

stor og tydelig markeret Bølge, vil man se, at Formen, tegnet op som et Snit paa tværs af Bølgeakkammene, ser ud som vist paa Fig. 185. En saadan Linie kaldes en Trochoide, og man lægger Mærke til, at Bølgeakkammen er betydelig mere skarp end Bølgedalen. Idet nu Bølgeformen farer frem forbi et bestemt Punkt, skifter Vandfladen ved dette Punkt hele Tiden Retning, og vi saa før, at et stift Skib viste en stærk Tendens til altid at holde sig med sin Midterlinie vinkelret paa Vandfladen. Naar denne i Bølgegang stedse skifter Retning, vil et saadant Skib altsaa ikke bestille andet end af bedste Evne at følge med Vandfladen i dens Bevægelser, og Følgen bliver, at et saadant Skib kan være særdeles ubehageligt at være om Bord i. Navnlig har man det ubehageligt om Bord, naar den Takt, i hvilken Skibet helst vil slingre, altsaa f. Eks. 10

Svingninger i Minuttet, stemmer med det Antal Bølgekamme, som træffer Skibet i Minuttet; i saa Tilfælde kan meget store Krængninger til Siden fremkomme, idet Virkningen er en lignende som den, man faar, naar man skubber til en Gyng, hver Gang den er i Yderstillingen. En enkelt Mand, som staar med det ene Ben paa et Bolværk og det andet paa et forholdsvis stort Skib, kan let faa det til at rulle en hel Del, blot ved, hver Gang det bevæger sig nedad ved hans Side, at træde om Bord, og, naar det gaar opad, træde i Land; han holder altsaa Takt med Skibet under dets Bevægelser, og hvis Bølgerne paa lignende Maade holde Takt med det, kan man selv af lave Bølger faa frembragt store Rulninger.

Et Skib med ringe Stivhed har kun liden Tendens til at stille sin Midterlinie vinkelret paa Vandoverfladen, og det bryder sig derfor mindre om at følge denne under Retningsforandringerne. Skibe med ringe Metacenterhøjde ere derfor som oftest roligere i Søen end Skibe med stor Metacenterhøjde. Man har saaledes for Kreaturtransport-skibe, som særlig bør være rolige i deres Bevægelser, valgt den saa lille som 10 Tommer.

Maaden, hvorpaa Lasten stuves, har meget at sige med Hensyn til Skibets Behagelighed, da Skibets og Ladningens fælles Tyngdepunkts Beliggenhed væsentligt paa-virkes af, hvor man anbringer Ladningen. Har man f. Eks. tunge Sager, som ikke fylde meget i Skibet, bør man almindeligvis ikke lægge dem alle ned i Bunden af Skibet, da det i saa Fald som Regel vil komme til at rulle ganske urimeligt; G er i dette Tilfælde sunket for langt ned under M. Et bekendt Eksempel herpaa er Nikkelmalmen, som hentes i Ny-Caledonien; den er meget tung, og en Del af Ladningen maa som Regel anbringes oppe paa et af Mellemdækkene, i nogle Tilfælde har man endog

maatte bygge en Kasse til Ladningen et godt Stykke op over Bunden af Skibet.

For at dæmpe Skibets Bevægelser i Søen plejer man ofte at give det nogle fremspringende skarpe Flader, en Slags Finner, som, naar Skibet gaar fremad, gaa med Kanten igennem Vandet og ikke væsentligt hemme Fremgangen, men som under Rulning skulle tvinges paa tværs gennem Vandet, og som betydeligt dæmpe Bevægelserne i denne Retning. De kunne enten være til Stede i Form af Køle eller som saakaldte Slingrekøle, anbragte, som det ses paa Fig. 183.

Det er som Regel vanskeligt at hindre Skibe i at duve, naar de gaa imod eller med Bølgerne, eller paa skraa; for ikke at faa alt for store Masser af Vand over, som kunde slaa alting itu paa Dækket, giver man For- og Agterskibet Sider, som hælde udefter, saa at de blive baarne op med stor Kraft, naar Skibet stikker vedkommende Ende for langt ned i Bølgen. Dog klarer man sig ogsaa paa akkurat den modsatte Maade. Navnlig paa de store Søer i Amerika har man mange Lastdampere, som ere byggede omtrent som en stor, klodset Fisk med hvælvet Dæk helt af Staal og med alle Aabninger til at lukke tæt; noget agten for Midten findes der da en Opbygning for Kommandobro, Skorsten, Nedgange til Mandskabsrum, Maskine etc., og man lader saa Vandet vadske over Dækket, saa meget som det vil, det kan ingen Fortræd gøre.

Skibes Størrelse maales paa mange Maader. 1) ved deres Displacement i Tons, som er Vægten af den Vandmasse, som Skibet fortrænger. 1 Ton er lig 2000 danske Pund, i England 2032 danske Pund; denne Maalemetode anvendes oftest ved Krigsskibe. 2) maales de ved deres Dødvægt, Bæreevne i Tons, som betyder det samlede Antal Tons af Kul til Maskinens Brug og Ladningens

Vægt, som Skibet kan bære, naar det flyder paa sit dybeste tilladte Lastemærke; dette er det for Købmand og Røder væsentligste Maal. 3) maales Skibe ved de saakaldte Registertons, som efter visse Regler betegner Skibets til Ladning anvendelige, indvendige Rumfang, idet 100 engl. Kubikfod sættes = 1 Ton, og Skibets totale indvendige Rumfang benævnes Brutto Register Tons, hvoraf man, ved at fradrage de til Skibets Betjening og Fremdrivning nødvendige Rum faar Skibets Netto Register Tonnage, hvoraf der svares Afgifter i Havne, Kanaler o. lign. Til Sammenligning af forskellige Kapsejlere bruger man at maale dem i saakaldte Yachttons, som opstaa ved at kombinere visse Maal og Hoveddimensioner, tagne fra vedkommende Fartøj.

Drivkræfter. Fra ældgammel Tid har man drevet Skibene fremad ved at ro med Aarer, ved at benytte Vindens Tryk paa Sejlene, og ved at slæbe dem fremad langs Floder og Kanaler, baade ved Trækdyr og Mennesker. Det er først i vort Aarhundrede, at man i Dampmaskinen fik et Fremdrivningsmiddel, som tillader at føre Skibene med langt større Fart og Regelmæssighed over Vandet end tidligere. Man anvender Dampmaskinen til at dreje et eller andet Apparat rundt, hvilket atter sender noget af det omkring Skibet flydende Vand agterud med stor Kraft. Enkelte Steder, f. Eks. i Floden Elben, har man en milelang Kæde liggende i Midten af Flod-sengen; man har saa om Bord i Dampskibet en Tromle, over hvilken denne Kæde, efter at være kommen ind over Forenden af Skibet, løber en Gang rundt. Der er Tænder paa Tromlen, som drejes af Dampmaskinen, og Kæden hales paa denne Maade stadig ind og slippes derpaa ud over Agterenden af Skibet og ned i Floden igen. Maskinen kan paa denne Maade hale baade Dampskibet og en lang Række Pramme op ad Floden. Endelig har man, navnlig

i de senere Aar, anvendt Elektriciteten til ved Hjælp af Motorer at dreje lignende Fremdrivningsapparater, som man har i Dampskibe; de forsynes da med Strøm fra Akkumulatorer. Det er dog kun til mindre Fartøjer, at man har brugt denne Maade at komme frem paa.

Vandets Modstand. Vi skulle nu lidt nærmere se paa, hvad der sker, naar et Skib drives fremad gennem Vandet. Dette gør Modstand mod Bevægelsen, og Modstanden kan føres tilbage til forskellige bestemte Aarsager.

1) river Skibets Overflade, under Farten gennem Vandet, de nærmeste Vanddele med sig og danner en Mængde smaa Hvirvler, som efterhaanden drive agterefter og gaa helt bort fra Skibet, idet de danne det saakaldte Kølvand. Den stadige Dannelse af disse Hvirvler medfører et stadigt Forbrug af Arbejde, som bliver større, jo mere ru og ujævn Bunden af Skibet er; derfor maa Jern- og Staalskibe engang imellem skrubes og males, og Træskibe giver man ofte en Forhudning af tynde Kobberplader, som ganske af sig selv bevirke Rensningen, ved at de gradvis skalle af, og med Skallen følger da det Søgræs, de Muslinger og lignende, som have sat sig fast paa Skibsbunden og gjort den ujævn. Man kan kun med største Forsigtighed indlade sig paa at forhude Jern- eller Staalskibe med Kobberplader, da man derved risikerer at bygge sig et uhyre stort galvanisk Element, som bestaar af Jernet, Kobberet og Søvandet; her vil man faa Jernet tæret bort i ganske kort Tid, naar man ikke har de 2 Metaller godt isolerede fra hverandre. Dette opnaar man i de Tilfælde, hvor det er nødvendigt at kobberforhude et Jernskib, ved at lægge 1 eller 2 Lag Planker uden paa Jernet og spigre Kobberet fast paa dette Trælag. Man opnaar kun den heldige afskallende Virkning med Kobber; umalet Jern eller Staal ruster blot i Søvand, og Bevoksningen bliver hængende i Rusten, uden at skalle af. Den

Del af Skibets Modstand, som her er omtalt, benævnes Friktionsmodstanden.

2) er Vandet ikke, hvad man kalder en fuldkommen Vædske; det er i Virkeligheden ikke absolut frit for at have Egenskaber tilfælles med Tjære og lignende Substanser. Fører man en Genstand igennem en saadan Masse, mærker man en kendelig Modstand, som beror paa, at de forskellige Dele af Massen ikke aldeles frit kunne glide over hverandre, naar de, ved at trænges til Side for at give Plads, skulle bevæge sig indbyrdes. En tilsvarende Modstand er Skibet ogsaa udsat for, men som Regel er den kun en ubetydelig Brøkdel af Vandets samlede Modstand.

3) er der en særlig Art af Modstand, som opstaar, naar man ikke passer at give Skibet en saadan Form under Vandet, at dette frit kan slutte sig sammen om Skibet igen efter at være blevet tvunget til Side under Skibets Fremadbevægelse. Ender nemlig Skibet plumpt og fladt agter, faar man her en Masse »dødt« Vand, som ikke kan komme bort fra det, og som i Forhold til de andre Vanddele, der omgive Skibet, udøver et ringere Tryk paa det. Dette forringede Tryk, kan man let forstaa, frembringer en stor Modstand mod Fremdrivningen. Lignende Modstande opstaa overalt, hvor Skroget har Ujævnheder, som Vandet i Forbifarten ikke kan glide langs med, og det er derfor af stor Vigtighed at give Skibet en saa jævn Overflade som muligt.

4) er der endelig den Modstand, som opstaar ved, at Skibet danner Bølger, medens det gaar frem. Naar man rigtig lægger Mærke til en Damper, som gaar med god Fart, ser man, at der omtrent opstaar en Bølgefigur som antydet i Fig. 186, hvor de sorte Linier betyde Bølgekamme. Hele Figuren gaar fremad med samme Fart som Skibet. Den bestaar af 2 Systemer, som udgaa hen-

holdsvis fra For- og Agterenden, hvert for sig bestaaende af en til hver Side skraanende Række Bølger, A og B, samt dermed forbundne Bølgekamme, a og b, som bevæge sig i samme Retning som Skibet. Paa venstre Side af Figuren ere alene de Bølger tegnede, som dannes af Forskibet, paa højre Side kun de, som dannes af Agterenden.

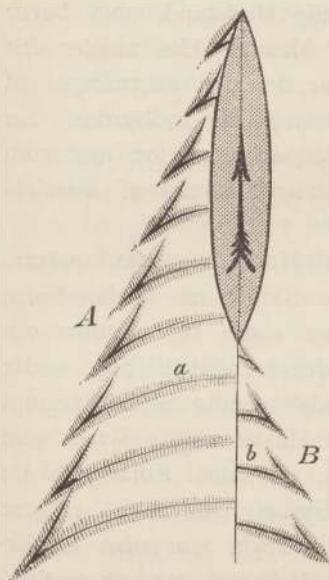


Fig. 186.
Bølgesystem dannet af Skib.

Saa længe Skibet holder samme Hastighed og Retning, bliver Figuren uforandret; hvis Farten forøges, vokser hele Figuren i Størrelse, saaledes at Systemerne hvert for sig beholde samme Toppunkt, nemlig For- og Agterenden, men tiltage i Størrelse i Forholdet som Hastigheden multipliceret med sig selv; altsaa blive Bølgerne 4 Gange saa store, naar Hastigheden af Skibet fordobles, o. s. v.

Det er at bemærke, at en hvilken som helst Genstand, som i Nærheden af Vandskorpen stikker ud i Vandet

fra Skibet, danner et lignende System, som da blander sig med de andre; saaledes ser man ganske tydeligt et saadant ved Hjulene paa et Hjuldampskib. Bølgedannelsesmodstanden beror paa, at Skibet stadig maa levere den nødvendige Kraft til at fremstille disse Bølger, som stedse gaa bort fra Skibet og saaledes tage Kraften bort med sig. Bølgedannelsesmodstanden er navnlig ved høje Hastigheder ganske betydelig og bevirker, at man ved disse

Hastigheder ofte kun faar en ringe Forøgelse i Fart, om ogsaa man udvikler en hel Del større Maskinkraft.

Styringen af Skibet sker som Regel ved Roret, op-
rindelig ved en stor Aare, som »Styrmanden« regerede.
Han sad i Agterenden af Skibet, med Ansigtet forefter,
og havde da »Styrbord« paa sin højre Side og »Bag-
bord« bag ved sig til venstre. Virkemaaden er i begge
Tilfælde den samme. Roret bestaar som oftest af en
Plade, der er hængslet til Agterstævnen; i Forlængelsen
af disse Hængsler er Roret opefter dannet som en stærk
Stang, Rorstammen, som foroven bærer en vandret Stang,
Rorpinden, der peger i modsat Retning af Rorfladen selv.

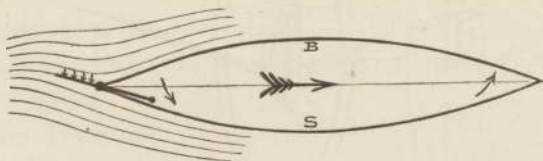


Fig. 187. Styring.

Naar nu Skibet har Fart gennem Vandet, og man drejer Rorpinden, f. Eks. til Styrbord, vil altsaa Rorfladen komme til at stikke ud til Bagbord, og Vandet, som Skibet løber igennem, vil trykke paa Roret, saaledes at dette bliver tvunget over mod Styrbord, og dermed hele Agterenden af Skibet. Man har altsaa herved opnaaet at faa Skibets Retning forandret saaledes, at det, naar det fortsætter sin Fart, vil bevæge sig mod Bagbord. Naar man hører en Lods kommandere Manden, som staar til Rors, vil man derfor altid høre ham sige »Bagbord«, naar Skibet skal gaa til Styrbord, og omvendt, idet det er Rorpindens Stilling, som man retter Benævnelsen efter. Har Skibet Fart agterover, vil Forenden bevæge sig samme Vej som

Rorpinden, undtagen i Skrueskibe, hvor Skruen, paa Grund af sin Nærhed ved Roret, væsentlig forandrer Forholdene.

Der er en hel Del interessante Forhold, som gøre sig gældende ved Skibes Fremdrivning.

Roning foregaar som oftest, og bedst, ved at man, med Ryggen mod Forenden af Fartøjet, med Hænderne trækker i en eller to Aarer. Disse Aarer hvile i Gaffler eller Udskæringer paa Kanten af Fartøjet og holdes med

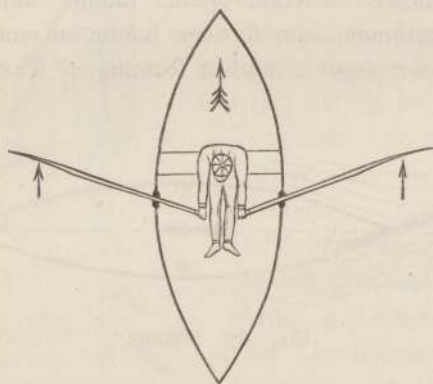


Fig. 188. Roning.

deres bladformede Yderender nede i Vandet, medens man trækker Inderenderne forefter. Herved faar Aaren forskellige Kraftpaavirkninger, men af Paavirkninger, som udgaa fra Vandet, kun een, nemlig Vandets Tryk mod Bladet. Dette Tryk er det, som driver Baaden fremad, se Fig. 188. Naar man har faaet Inderenderne af Aarerne saa langt forefter som muligt, maa Bladet løftes, for oven over Vandet at føres fremefter igen; man passer samtidig paa at dreje (skive) Aaren lidt, saa at Bladet gaar med Kanten gennem Luften, ellers taber man en Del af sit Arbejde igen, navnlig naar man ror op mod Vinden.

Sejlskibe. De første Sejl, som man har anvendt, have rimeligvis været brugte til at sejle hen for Vinden; hertil behøver man blot en eller anden udspændt Flade, som Vinden kan trykke paa. Vinden støder da an mod denne Flade, hvirvler om Kanterne paa den, og de delte Vindstrømme samle sig da atter et Stykke længere borte. Se Fig. 189. Ved at Luften saaledes smøger om Sejlet, opstaar der, som antydtes i Figuren, langs Kanten af Sejlet, paa Læsisden af det, nogle store Hvirvler, og den Luft, som ligger herimellem, vil have et mindre Tryk, medens den Luft, som er i umiddelbar Berøring med Vindsiden af Sejlet, vil have et større Tryk end den omgivende Luftmasse. Forskellen mellem disse 2 Tryk er det da, der driver Skibet fremad. Man ser, at Skibet i dette Tilfælde ikke kan komme til at gaa saa

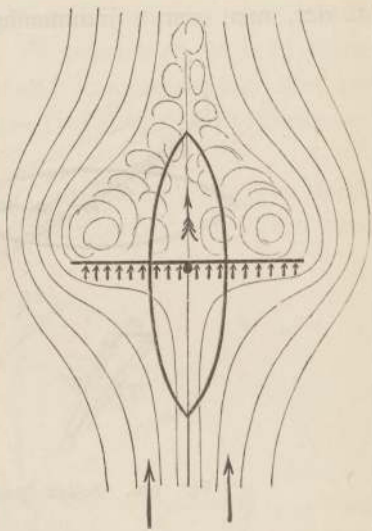


Fig. 189. Sejlads med Vinden.

hurtigt som Vinden; i samme Øjeblik, som det gjorde saa, vilde Drivkraften være borte. Det kan neppe have varet længe, inden man har opdaget, at man ogsaa kunde sejle i andre Retninger end selve Vindens, naar man drejer Sejlene. Thi lad Vinden have Retningen og Hastigheden maalt ved Pilen V og Skibet Retningen og Hastigheden v ; under Farten vil da Vinden for de ombordværende synes at komme i Retningen og med Hastigheden U , se Fig. 190, og lad nu AB forestille Sejlfladen, Luften vil da

strømme uden om Sejlet, omtrent som antydte paa Figuren, hvor man ser, at der, væsentlig bag Sejlets forreste Kant, dannes en Hvirvel, hvor, ligesom i forrige Tilfælde, Luftens Tryk er formindsket, medens den Luft, som strømmer langs den mod Vinden vendte Side af Sejlet, udøver et forøget Tryk mod dette. Vi have nu altsaa Sejlet udsat for et Tryk vinkelret paa dets Overflade, tillige med nogen Luftgnidningsmodstand, som virker langs med Overfladen af det, men som i Sammenligning med den anden Paa-

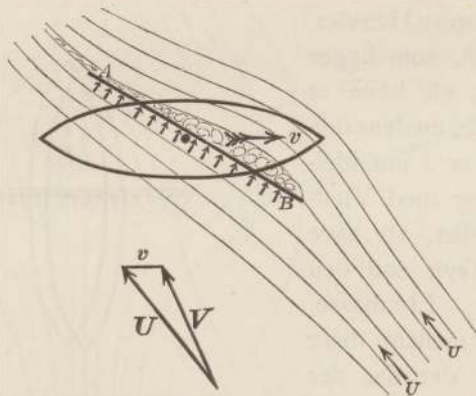


Fig. 190. Sejlads paatværs af Vinden.

virkning er af mindre Betydning. Den vinkelrette Paa-virkning har nu mest Tendens til at drive Skibet til Siden, men den har ogsaa en Retning forefter i Skibet. Vandet gør imidlertid langt større Modstand mod, at Skibsskroget føres paa tværs derigennem, end det gør mod Fremadbevægelsen, og saaledes sker det, at Skibet i det væsentlige gaar fremad, medens det samtidig driver noget til Siden. Erfaringen viser, at man kan faa et Skib til at bevæge sig fremad, selv om Vinden, der driver det, er en hel Del »foran for tværs«; man siges da at sejle »bi de Vind«, og ved skiftevis at sejle saaledes til den ene

og den anden Side, hvilket kaldes at »krydse«, kan man opnaa at komme fremad lige op mod Vinden. Hvis Modstanden mod Skibets Bevægelse fremad var tilstrækkelig lille, kunde man opnaa, at Skibet løb hurtigere end den Vind, der driver det. Et saadant Tilfælde har man virkelig, idet man paa store frosne, snefri Søer eller Floder i Amerika har lavet sig en Art Skibe, hvilende paa Skøjteklinger, med en Klinge til Ror. Her er Modstanden mod »Afdrift« meget betydelig, medens Modstanden mod Fremadbevægelsen er yderst lille. Resultatet er, at med store Sejl har man løbet hurtigere end Jernbanetogene, idet en Fart af saadan noget som 16—17 danske Mil i Timen er bleven naaet.

Hjulskibe. Fremdrivning ved Maskinkraft blev først anvendt i dette Aarhundrede af Skotterne, og kort der-

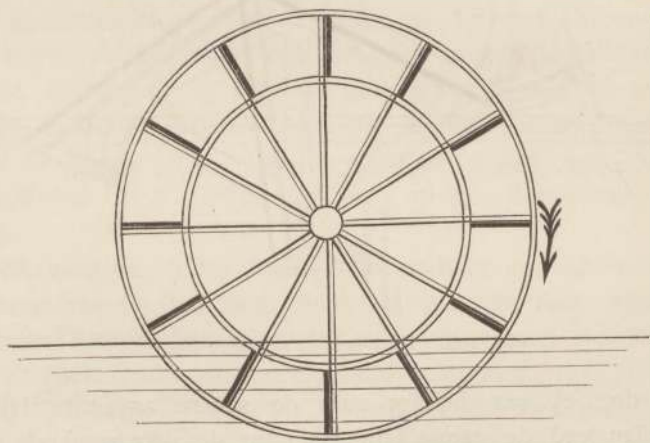


Fig. 191. Hjul med faste Skovle.

efter af Amerikanerne. Man brugte i Begyndelsen med Virkning kun Skovlhjul, som bleve anbragte et paa hver Side af Skibet og drejede rundt af Dampmaskinen. Skov-

lene, som man anbragte med Fladen paa tværs af Hjulet, urokkeligt fastgjorte til dette, lod man da gribe fat i Vandet og sende det agterefter. Vandet trykker fremefter mod Skovlene, og det er dette Tryk, som driver Skibet frem. Et Hjul, der er bygget som Fig. 191 viser,

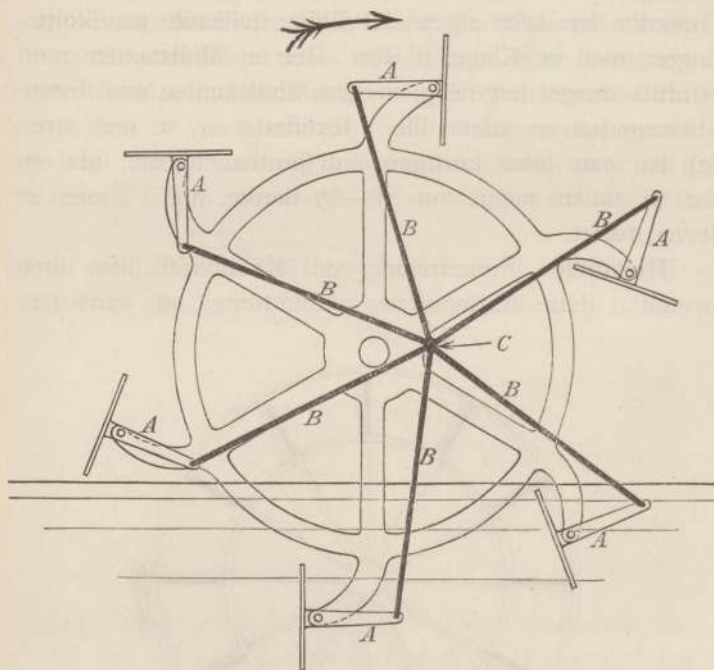


Fig. 192. Hjul med bevægelige Skovle.

er dog ej saa heldigt som de senere anvendte Hjul. Fejlen ved de gamle Hjul laa i, at de ikke sænkede og løftede deres Skovle godt i og ud af Vandet, idet de, som man ser paa Figuren, ikke gik med Kanten ned i og op af Vandet, men til Dels med Fladen. Man gjorde herved en hel Del Arbejde til ingen Nytte, idet den Del af Vandets Modtryk, som virker i lodret Retning, enten

op- eller nedad, ikke kommer til Anvendelse til Fremad-
drivningen af Skibet, men alligevel maa overvindes af
Dampmaskinen. Man forandrede saa Hjulene til den i
Fig. 192 viste Form, hvor man ser, at Skovlene ikke
sidde urokkeligt faste paa Hjulet, men derimod paa
Hængsler, samtidig med, at der paa hver Skovls Ryg
er fastgjort en Arm A, som med en Trækstang B er
forbunden med et fast Punkt C, som ikke er i Hjulets
Akse. Ved at lægge Mærke til Figuren, kan man se, at
Skovlene gaa forholdsvis lige ned i og op af Vandet, og
man undgaar altsaa det Kraftspild, som opstaar ved de
faste Skovle. Denne Slags Hjul anvendes paa alle moderne
Skibe, undtagen paa Dampere af den allersimpleste Form.
Man har ogsaa, navnlig paa Floddampere, som skulle gaa
paa meget grundt Vand og paa Steder, hvor der er
mange Forhindringer for Sejladsen, anvendt kun et Hjul
helt agterude, af en Bredde noget mindre end Skibets;
det bæres da af to Bjælker, som paa hver Side stikker
ud ret agterefter, og kommer paa denne Maade til at
hænge agten for Roret. For ikke at faa Skibet til at
ligge for meget nede i Vandet agter, anbringer man da
Dampkedlen helt forude for at opveje Maskineriets
Vægt.

Skrueskibe. Efter i nogle Aar at have anvendt Hjul
til Fremdrivning var man fuldt ud paa det rene med
Hjulenes Ulemper, hvoraf navnlig en var generende, nemlig
den, at Skibet ikke altid dreves lige godt frem, naar det
havde forskelligt Dybgaaende, afhængigt af, hvor megen
Last det havde i sig. Naar Skibet laa let paa Vandet,
stak Skovlene for lidt ned og fik ikke nok fat i det, og naar
Skibet havde fuld Last, kunde det hænde, at Skovlene
kom for langt ned, hvorved hele Hjulet blev for tungt at
dreje rundt, uden at drive Skibet frem i tilsvarende Grad.
Da derfor Drivskruen kom frem, blev den forholdsvis

hurtig antaget som Hovedfremdrivningsmiddel for Dampskibe og anvendes nu i det overvejende Antal af dem. Den fuldstændige Forstaaelse og Beregning af en Skrues Virkemaade er temmelig vanskelig, men man kan faa en foreløbig Forestilling om det hele ved at tænke sig en stor Proptrækker, med sin Akse vandret, forbunden med Skibet under Vandet, paa en saadan Maade, at den i Forhold til Skibet nok kan dreje rundt, men ikke kan forskyde sig paa langs af Skibet, se Fig. 193. Hvis man nu drejer en saadan Proptrækker rundt, og Vandet greb fat i dens Mellemrum, ligesom Korken griber om en

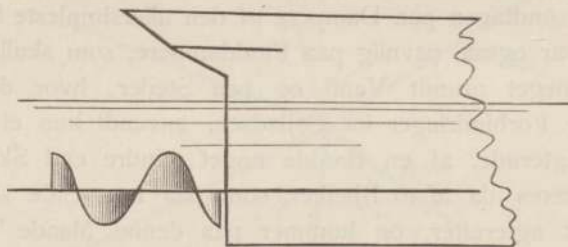


Fig. 193.

almindelig Proptrækker, vilde den skrue sig selv, og dermed Skibet, frem gennem Vandet, naar man drejede den rigtige Vej rundt. Men nu griber Vandet ikke saa godt fat paa Skruen som Korken, og Skibet kommer derfor noget mindre frem for hver Omdrejning af Skruen, end det egentlig skulde. Man udtrykker dette ved at sige, at Skruen arbejder med »Slip«.

I et af de første Skibe, som man fik til at gaa med Skruer, havde den Form af en Proptrækker, men saa skete det tilfældigvis, at en Del af denne blev stødt af, og Skibet gik da en hel Del bedre. Grunden hertil maa søges i, at naar Skruen med den Ende, som først møder Vandet, har taget fat i Vandet og sendt det agter-

efter, saa er det meste af den Virkning, som man kan udøve paa Vandet med en Drivskrue, gjort, og den resterende Del af Skruen skal man da blot slæbe gennem Vandet til ingen eller ringe Nytte for Fremdrivningen, men med Spild af Maskinkraft, idet der er en betydelig Vædskefriktion at overvinde langs denne Del af Skruens Overflade. Idet man har arbejdet videre paa denne Erfaring, er man kommet til de Former af »Skruer«, som nu om Stunder anvendes. De ere nærmest at sammenligne med Møllevinger, kun med den Forskel, at medens Vinden,

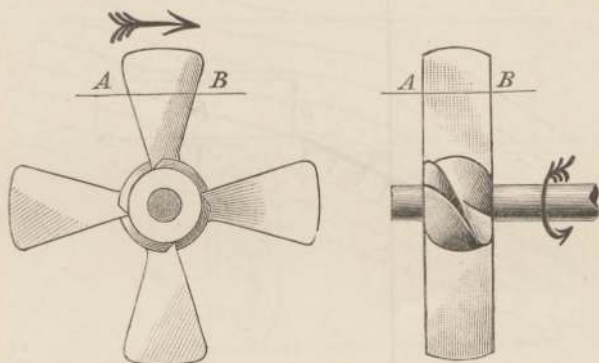


Fig. 194.

ved at blæse mod Møllevingerne, bringer dem til at gaa rundt, er det her Skruebladene, som, ved at dreje sig rundt, sende en Vandstraale agterefter, og Vandets Modtryk mod Bladene er det, som driver Skibet fremefter. En almindelig Proptrækker er en saakaldet 1-løbet Skrue; tager man 2 saadanne og skruer dem ind i hinanden (dette kan man kun gøre, naar mindst den ene af dem er lavet af en bøjet Staaltraad), faar man en saakaldet 2-løbet Skrue, og man kan paa lignende Maade tænke sig dannet 3—4-løbede Skruer. Tager man nu en saadan 4-løbet Skrue og skærer en lille kort Stump

af den, har man noget, som ligner en Dampskibsskrue; se Fig. 194.

Virkemaaden af dennes Blade kan man nu forestille sig paa følgende Maade. Lad Fig. 195 forestille et Snit gennem et enkelt af Bladene, efter Linien AB i Fig. 194; dette bevæger sig da fremad sammen med Skibet med en

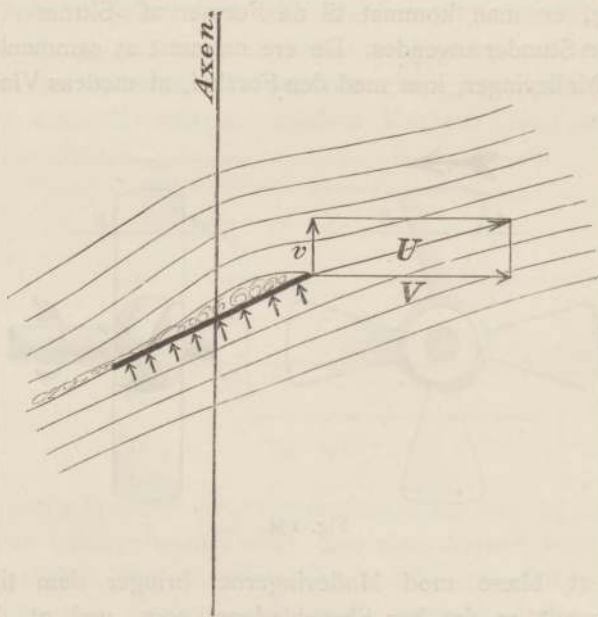


Fig. 195.

Hastighed v og gaar samtidig til Siden med en Hastighed V , paa Grund af Aksens Omdrejning. Resultatet heraf er, at det møder Vandet paa Kant med den Flade, som vender agterefter, med en af disse 2 Hastigheder sammensat Hastighed U . Vandet trykker nu dels paa denne Flade, paa Agtersiden, dels strømmer det i en Hvirvel om den anden Side, som antydnet paa Figuren, og derved dannes en Trykformindskelse, som hjælper til

at forøge Trykkets Virkning paa den anden Side. Vandets Tryk paa Skruebladet, frembragt paa denne Maade, har nu en saadan Retning (se Fig. 195), at det dels virker fremefter paa dette, og dermed paa Skibet, og dels virker stik imod Bladets Omdrejningsretning V; den Del af Vandets Tryk, som gør dette sidste, sammen med Vandets Friktion mod Bladet, er det da, at Dampmaskinen maa overvinde.

I det ovenstaaende er kun betragtet en 4-bladet Skrue; man har dem baade med 2 og med 3 Blade, men Virke-

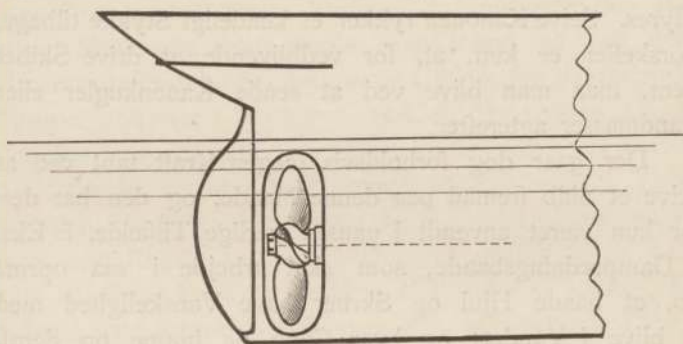


Fig. 196.

maaden er i det væsentlige den samme. Man har ogsaa anbragt flere end 1 Skrue paa samme Skib, dels for at formindske Risikoen for, at Maskineriet gaar i Stykker i aaben Sø, dels fordi man ofte er begrænset i det Dybgaaende, man tør give Skibene, af Hensyn til Havne, Kanaler og lignende, og derfor ikke kan faa en enkelt Skrue stor nok til at bruge al den Maskinkraft op, som er nødvendig til at drive vedkommende Skib med den ønskede Hastighed. Almindeligst er dog en enkelt Skrue, anbragt saaledes, som Fig. 196 viser; har man 2, anbringes een paa hver Side, og Akserne stikke da ogsaa ud hver

paa sin Side af Skibet. Man har ogsaa anvendt 3 Skruer til Fremdrivningen, dog navnlig kun til Krigsskibe.

Man kan endelig ogsaa drive et Skib fremad ved at anvende den Erfaring, som en Mand gør, naar han holder paa Straalerøret af en kraftig Sprøjte; Røret er nemlig lige ved at fare baglænds ud af Hænderne paa ham, og han maa holde godt fast, hvis han vil beholde det. Stillede han sig nu op i Agterenden af et Skib med samt sin Sprøjte og Tilbehør og lod Straalen fare ret agterefter, vilde baade han og Skibet blive drevne fremad; det er den samme Virkning, som man ser, naar en Kanon affyres. Selve Kanonen rykker et kendeligt Stykke tilbage, Forskellen er kun, at, for vedblivende at drive Skibet frem, maa man blive ved at sende Kanonkugler eller Vandmasser agterefter.

Der gaar dog forholdsvis megen Kraft tabt ved at drive et Skib fremad paa denne Maade, og den har derfor kun været anvendt i ganske særlige Tilfælde, f. Eks. i Dampredningsbaade, som skal arbejde i saa oprørt Sø, at baade Hjul og Skruer have Vanskelighed med at blive i Vandet; og hver Gang de hoppe op deraf, farer Maskinen saa voldsomt rundt, at man kan faa alting slaaet itu dernede. Man har vel Regulatorer, som i saadanne Tilfælde lukke for Dampen, men ingen af dem have i Praksis staaet deres Prøve. Bruger man derimod en Vandstraale til at drive en saadan Redningsbaad, kan man lade Pumpen, som frembringer Straalen, suge Vandet til sig midt under Baadens Bund, som altid er i Vandet, og gennem et vidt Rør sendes det da ud i modsat Retning af den, som Fartøjet skal gaa.

Maskinkraften. Naar man ser, hvad Maskinkraft der skal til ved Fremdrivningen af et Skib, finder man, at den ved ringe Fart er forholdsvis lille, men at den vokser særdeles hurtig ved tiltagende Fart. Farten

maales i Reglen i »Knob«, d. v. s. at en Fart paa 1 »Knob« betyder, at Skibet i en Time vilde gaa en Vej-længde paa 1 Sømil, som er 1852 Meter eller 5909 danske Fod. For en almindelig Fragtdamper behøver man, for at drive den med en Fart af 9 Knob, som svarer til $2\frac{1}{4}$ Landmil i Timen, omtrent dobbelt saa megen Maskinkraft som for at drive den med ca. $7\frac{1}{4}$ Knobs Fart, saaledes at man, for at opnaa en Forøgelse af $1\frac{3}{4}$ Knob udover $7\frac{1}{4}$, maa anvende lige saa meget mere Kraft, som man allerede udvikler. Ser man paa Forholdet ved en hurtig Postdamper, finder man, at Maskinkraften skal forøges i et endnu større Forhold, jo hurtigere den skal løbe. Maskinens Kraft maales som Regel nu ved dens »Indicerede Hestekraft«, som er et Udtryk for det Arbejde, Dampen udretter i Maskinen, ved at den trykker Dampstemplerne op og ned. En »Hestekraft« skulde da betyde det Arbejde, en stor Hest kunde udrette, men i Virkeligheden er det en Del mere, og i Skibsmaskiner regner man som Regel, at et Arbejde, der svarer til at løfte 550 engelske Pund 1 engelsk Fod opad i Løbet af 1 Sekund, har fordret Udviklingen af 1 »Hestekraft« i dette Tidsrum.

Kulforbruget, som en Maskine fordrer, staar omtrent i Forhold til den Hestekraft, som den udvikler, naar den er i den almindelige Gang, som den er beregnet til.

En Handelsdamper, der kan laste 2000 Tons, hver paa 2000 Pund, vil bruge omtrent 750 indicerede Hestes Kraft til at løbe med 9 Knobs Fart. Hver »Indiceret Hest« fordrer da, at der under Dampkedlerne brændes omtrent $1\frac{1}{2}$ til $1\frac{2}{3}$ Pund Kul i Timen for en almindelig god Skibsmaskine.

Smaaskibe have forholdsvis mindre Maskinkraft, dog naturligvis ikke, naar de, som Post- eller Passagerskibe, skulle kunne løbe rask. Ser man paa de store Atlanterhavspaketter,

Indretningen af et af de Dampskibe, som gaa i vore Farvande, ser man af Fig. 197.

Man ser forude øverst Mandskabets Logis, derunder Ankerkæder og Lastrum, som strække sig helt hen til Midten af Skibet, hvor Kedlerne ere anbragte. Der er 2 saadanne, 1 stor til at forsyne Hovedmaskinen, som driver Skibet frem, med Damp, og foran for denne staar der en mindre saakaldet Spilkedel, som forsyner Losse- og Lade-spillene med Damp, medens Skibet ligger stille; under dissers Arbejde vilde det være alt for bekosteligt at holde den store Hovedkedel gaaende til deres Brug alene. Paa Siderne af Kedlerne ere Kulkasserne anbragte, og over dem er der Kamre til Styr mænd og Maskinmestre, som have deres Messe midtskibs. Oven over denne findes Bestikhuset, hvor Kaptajnen har de til Navigeringen nødvendige Instrumenter og Søkort, og endelig er Skibets Kabys anbragt midtskibs foroven agten for Skorstenen.

Agten for Kedlerne staar selve Hovedmaskinen, som er af det saakaldte Tregangssystem. I denne arbejder Dampen 3 Gange. Først i den saakaldte Højtrykscyliner, som er den mindste, og her har Dampen til at begynde med et Tryk af ca. 160 Pund paa Kvadrattommen. Naar den her har drevet Stemplet een Gang, er den falden i Tryk til ca. 80 Pund paa Kvadrattommen og er samtidig vokset i Rumfang til omtrent det dobbelte, og den gaar nu til den saakaldte Mellemtrykscyliner, som er større end den forrige, driver atter her Stemplet een Gang og falder derved i Tryk til omtrent 10—15 Pund, samt vokser yderligere i Rumfang. Endelig arbejder den i den sidste Cylinder, Lavtrykscyliner; denne er den største af de tre, og her falder Dampens Tryk ned under Luftens. Den vil derfor ikke kunne strømme ud i denne paa samme Maade som f. Eks. fra et arbejdende

Lokomotiv, men vil af sig selv kun gaa til et Rum, hvor der er et endnu mindre Tryk til Stede. Dette Rum har man nu indrettet til den; det kaldes Fortætteren og bestaar af en stor Beholder af Støbejern, som holdes pumpet saa lufttom som muligt, og hvorigennem der er anbragt en Mængde Rør. Den Pumpe, som holder den lufttom, kaldes Luftpumpen; den har tillige det Arbejde at bortskaffe det af Dampen frembragte fortættede Vand. Dampen møder nemlig, naar den kommer ind i Fortætteren, alle de omtalte Rør, der passere igennem samme, og inden i disse Rør strømmer stadig koldt Søvand, drevet derigennem af en særlig Pumpe, kaldet Cirkulationspumpen. Naar Dampen træffer disse Rør, slaar den sig ned paa dem som Dug, der i dette Tilfælde snarere er som en stærk Regn, og driver derfra ned i Bunden af Fortætteren, hvor Luftpumpen saa tager Vandet ud. Derefter bliver det fortættede Vand, som er fersk, af de saakaldte Fødepumper drevet ind i Kedlen igen og bliver paa ny kogt til Damp. Herved faar man ikke nær de Masser af Salt i Kedlen, som man vilde faa, hvis man lod Dampen gaa ud i Luften og pumpede nyt Søvand paa Kedlen hele Tiden, thi Saltet bliver jo tilbage og gaar ikke over i Dampform som det Vand, der indeholder det. Alle disse Pumper, der her ere omtalte, drives af selve Hovedmaskinen.

Fra Maskinen gaar nu Skrucaksen lige agterefter igennem den saakaldte Akselgang, som nærmest er at ligne med en Tunnel, bygget af hvælvede Staalplader, hen til det Hul i Skibet, ved Roret, hvor Skruen sidder. Lige foran for Skruen er der et Rum til Vandballast, som bruges, naar Skibet skal gaa i Is; naar dette fyldes med Vand, synker Agterenden af Skibet noget ned, og Skruen kommer derved saa langt ned under Isen, at den er mindre udsat for at slaa sig i Stykker mod denne. Og-

saa naar Skruen i haardt Vejr for let hopper op af Vandet og saa snurrer rasende rundt, kan man have Gavn af at fylde Vandballastrummet. Oven over Akselgangen er der Lastrum, og ovenover igen er der Kamre o. s. v. til Passagerer og Kaptajn med de nødvendige Spise- og Anretningsrum, samt oppe paa Dækket et Hus til Rygesalon.

Krigsskibe. Betragte vi endelig Krigsskibe, finde vi mange Slags Former til forskellig Brug. De største ere de med tykke Plader af Staal svært pansrede Kampskibe, forsynede med svære Kanoner og smaat, hurtigt skydende Skyts, de første til at kæmpe med Ligemænd og Forter, de mindre til at feje Dæk rene og gøre det af med Smaaangribere. Pansringen bestaar væsentlig af et Bælte lodretstaaende Plader, som beskytte en større eller mindre Del af Skibets Længde og ere anbragte paa Skibssiden saaledes, at Panseret naar fra nogle Fod over Vandet til nogle Fod under samme, i saa stor Udstrækning som Skibet kan bære. Tykkelsen af dette Panser kan være indtil 18 Tommer, og efter sin Beliggenhed skærmer det altsaa Skibets Indre med samt Kedler og Maskiner mod Skud, som komme fra Siden. Ovenfra vilde dog skraa Skud eller Granatsprængninger kunne gøre Skade paa disse Dele, hvis man ikke havde lagt et Dæk af tykke Staalplader i Flugt med Overkanten af dette Panser, dækkende hele den af Sidepanser omgivne Del af Skibet. Tykkelsen af et saadant Dæk naar op til 3 Tommer. I de Dele af Skibet, hvor man ikke har anbragt noget Sidepanser, lægger man et tykt Dæk af Staal dybere nede; det kommer til at ligge under Vandet og skærmer kun, hvad der findes underneden. Det er navnlig ved Enderne af Skibet, at man anvender denne Art af Beskyttelse, som er beregnet paa, at alt, hvad der findes over det, kan blive ødelagt, uden at Skibet lider væsentlig Skade derved. I mange Skibe har man foretrukket at

beskytte hele Skibet med Sidepanser fra Ende til Ende. Man gør nu Brug af denne underste, mod Skud temmelig usaarlige Del af Skibet til derpaa at bygge sig baade pansrede Opstillinger for de vigtigere Kanoner og Kommandotaarne m. m. og helt lette Opbygninger til de Indretninger, som ikke behøve at beskyttes i Kamp. Ofte anbringes Kulrummene saaledes, at de deri liggende Kulmasser hjælpe med til at standse et indtrængende Skud. Foruden med Kanoner udstyres et saadant Skib ogsaa med en kraftig Vædderstævn, beregnet paa, at Skibet med den under Vandet fremspringende Spore kan støde et alvorligt Hul i det fjendtlige Skibs Side. Endelig forsynes Kampskibe med Apparater til at udskyde de saakaldte selvbevægende Torpedoer, som ere fiskeformede Staalhylstre, med en Sprængladning i Næsen, med Drivapparat i Midten og Styreapparat i Halen, indrettede til at kunne løbe med stor Fart under Vandet i en bestemt Dybde, indtil de, ved at støde mod en fast Genstand, f. Eks. det fjendtlige Skibs Side, tænde deres Ladning og slaa et stort Hul i Skibet. Kampskibe løbe sjældent mere end 17—18 Knobs Fart, i Reglen mindre, og de bygges af forskellige Størrelser til forskellig Brug; hos os er det af Hensyn til vore Farvande nødvendigt at give dem et forholdsvis ringe Dybgaaende. Flere af vore Kampskibe ligne Ericsons berømte »Monitor«, et af de første Panserskibe, som blev prøvet i Praksis. De have forholdsvis lidet over Vandet som kan tjene til Maal for Fjendens Skud, men ved at de ere saa lave, egne de sig heller ikke vel til at gaa ud i aaben Sø. Panseret strækker sig rundt om hele Skibet, og Panserdækket derovenover bærer kun nogle Drejetaarne og saa faa Opbygninger som muligt.

Man har ogsaa Brug for hurtige, velbevæbnede, men ej saa stærkt pansrede Skibe. Disse benævnes Krydsere og ere slanke af Form, saa at de gaa let gennem Vandet;

de have ofte kun et hvælvet Panserdæk, som ligner et Skildpaddeskjold; det naar langs Skibssiden ned under Vandet og hæver sig paa Midten af Skibet op over Vandfladen, for at give Plads til derunder at anbringe Maskineriet etc. Disse Skibe anvendes til at fange Fjendens Handelsskibe og have dertil passende mellemstort Skyts og saa stærke Maskiner, at de løbe hurtigt; man har nogle, som har løbet 22—23 Knobs Fart. Endelig har man de næsten aldeles ubeskyttede Torpedobaade, der ere beregnede til at virke nærmest som Giftfluer mod de store Skibe, deres eneste Dækning er deres Hastighed; deres Angrebsvaaben er Torpedoen, som de kunne udskyde mod et stort fjendtligt Skib, efter at have listet sig saa nær til det som muligt.

Figur 198 viser langskibs og tværskibs Snit af et Panserskib. Begyndende forfra, har man først under Panserdækket, som strækker sig ned til Vædderen, Vandballastrum og Torpedooplagsrum, samt Lastrum for forskellige Sager, som det er af Betydning at beskytte mod Ødelæggelse i Kamp, foruden Rum til Udskydningsapparater for Torpederne. Over denne hvælvede Del af Panserdækket har man flere Lastrum og derover Rum for Ankerspil.

Gaa vi længere agterefter, komme vi til et faststaaende, ringformet Pansertaarn, som staar paa det hvælvede Panserdæk, og inden i hvilket staar et drejeligt, kun foroven pansret Taarn, som indeholder den svære Kanon, der er vist paa Tegningen. Under dette Taarn findes Rum for Krudt og Granater.

Umiddelbart agten for Pansertaarnet ser man det saakaldte Kommandotaarn, indrettet til, at den kommanderende Officer deri kan staa beskyttet under Kamp. Det er forsynet med smaa Kighuller foroven, samt med de nødvendige Styreapparater, Telegrafer til Maskinerne, Tale-rør til Kanonerne og Torpedoapparaterne m. m. Led-

ningerne for alle disse Apparater føres gennem det paa Tegningen viste pansrede, lodrette Rør ned til den underste, beskyttede Del af Skibet. Fra det før omtalte pansrede Kanontaarn begynder den Del af Skibet, som er forsynet med Sidepanser i Vandlinien, samt med et derover liggende vandret Panserdæk, som er vist paa det andet tværskibs Snit, regnet fra højre paa Tegningen. Dette Snit viser ogsaa, hvordan Kedlerne ligge i Skibet, omgivne paa Siderne af Kulkasser og med den dobbelte Bund under sig. Luften kommer ned paa Fyrpladserne ad de 2 med Lemme forsynede lodrette Brønde, som man ser i det langskibs Snit. Her ser man ogsaa Skorstenen, som, hvor den gaar gennem Panserdækket, er forsynet med en Panserrist. I denne Del af Skibet over Panserdækket bor Mandskabet, og paa øverste Dæk er der her langs Siderne af Skibet anbragt mellemstore Kanoner, forsynede med Skjolde. Et Par saadanne ere viste i det 3die tværskibs Snit. Oven over Dækket er der midtskibs anbragt de forskellige Fartøjer, som høre til Skibet. Et af disse er en mindre Torpedobaad. De sættes i Vandet, enten ved at svinges udenbords i de saakaldte »Davider«, som ligne smaa bøjede Jernsvingkraner, og hvoraf der hører et Par til hvert Fartøj, eller ved at løftes af den paa Forsiden af den agterste Mast anbragte Bom.

Agten for Kedlerne ligge de to Maskinrum, som adskilles ved et midtskibs Skod, og som hvert indeholde en Maskine. Fra disse 2 Maskiner gaa nu Akserne agterefter, hver i sin Side af Skibet, som man ser i det 3die tværskibs Snit. Imellem de 2 hertil nødvendige Akselgange har man Rum til Ammunition for det ovenover staaende Kanontaarn, som ganske ligner det tilsvarende Taarn i Forenden. Agten for dette Taarn have vi igen et hvælvet Panserdæk nede i Skibet, medens Sidepanseret er bortfaldet; dette hvælvede Dæk beskytter saadanne

vigtige Dele som Styreapparatet, der drives med Damp, samt forskellige andre uundværlige Gjenstande. Agterst ude har man atter Vandballastrum.

Øverst agter ude have Officererne deres Rum med forskellige Lastrum umiddelbart paa Panserdækket. Det fjerde Snit viser endelig Skruerne, som i dette Tilfælde ere 3bladede

De 2 Master, hvormed Skibet er forsynet, have i Mersene smaa, hurtigt skydende Kanoner, og paa den forreste Mast er der noget over Kommandobroen anbragt en Platform til en elektrisk Straalekaster. Næsten alle de Rum, som ere viste paa Tegningen, ere byggede vandtætte, saaledes at hvis et af dem skulde blive fyldt med Vand, Skaden da vilde begrænses dertil. Man maa da blot i paakommende Tilfælde sørge for at lukke de mellemliggende Døre i Tide.

Til Slutning kun nogle Oplysninger om den danske Handels- og Krigsflaade; den første bestod ved Begyndelsen af 1897 af 2986 Sejlskibe med ialt 181700 Brutto Tons og 422 Dampskibe med ialt 275900 Brutto Tons; heraf vare Nettotonnagerne henholdsvis 167900 og 165600.

Krigsflaaden omfattede 50 Skibe med et samlet Deplacement af 41180 Tons, med en samlet Maskinkraft af 57670 indicerede Heste og med 309 Stykker Skyts.

PUMPER.

I Stedet for at løfte Vand op ved Hjælp af Spande, saaledes som det endnu foregaar paa mange Steder, kan man faa Vandet til at flyde jævner og bekvemmere ved Hjælp af Pumper.

Den simpleste Pumpe er Løftpumpen, som kun kan bruges, hvor Vandet ikke skal løftes ret højt, f. Eks. for at lænse et lille Skib eller en Baad.

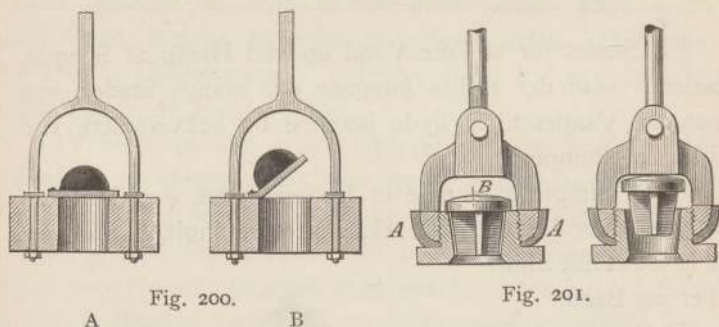
Et Rør, stundom dannet af 4 simple Brædder, rækker fra den nederste Del af Baaden lidt højere end Rælingen. Ud over denne gaar et Siderør fra hint, Fig. 199. I Pumperøret kan en Klods trækkes op

og ned ved Hjælp af en Jernstang. Klodsen, der ellers slutter nogenlunde tæt til Rørets Vægge, er tegnet gennem-



Fig. 199. Løftpumpen.

skaaren i Fig. 200. Den har i Midten en stor Aabning. Over denne lukker en Læderlap, som dog kun er hæftet til Klodsen i den ene Side. En lille tung Klump, der er fæstet midt paa Læderlappen, stræber ved sin Vægt at holde den lukket mod Aabningen, A; men ved et Tryk nedenfra aabner den sig, B. Et saadant Lukke kaldes en Ventil. Det tillader Vandet at gaa den ene Vej, men ikke den anden. I moderne Pumper bruges dog andre Ventiler, og en saadan er vist i Fig. 201 — dels i lukket og dels i aaben Tilstand. Røret, hvori Klodsen bevæger sig, er cylindrisk, og Tætheden opnaar man ved Læder-»Man-



sketten« A. I Midten er Klodsen gennemboret, og Lukningen opnaas ved Pladen B, der er rund og dækker over hele Hullet. For at Pladen skal falde rigtig ned igen, naar den har været aaben, er den forneden forsynet med tre Flige, som styre den. Klodsen med Ventilen kaldes Pumpe-spanden.

Vandet fra Baaden gaar af sig selv ind i Pumperøret nedenfra gennem et Hul eller nogle Huller ved Rørets nederste Ende, saa at Vandet staar lige saa højt i Røret, som det staar i Baaden. Trykker man nu Pumpespannden ned i Rørets Vand, vil Vandet trykke Ventilen op og gaa op over Spanden; løfter man dernæst Spanden, lukkes Ven-

tilen, og man løfter saaledes det Vand, som er over Spanden, højere op, saa at det kan flyde ud ad Siderøret. Stundom har man intet Siderør, men lader det løftede Vand flyde oven ud af Pumperøret, hen ad Dækket og ud gennem en Sideaabning (Spygat). Ved hver Nedtrykning fører man altsaa Spanden ned i Rørets Vand, ved hver Opløftning hæver man noget op, saa at det løber ovenud.

Kunde man nu se ind i Røret, vilde man se, at ogsaa det Vand, som er under Spanden, følger denne paa dens Vej opad. Noget lignende kan man faa at se, naar man sænker et Glas helt ned i en Spand Vand, vender dets Bund opad og trækker

det et Stykke op. Vandet i Glasset følger med, lige indtil Glassets nedadvendte Rand trækkes op over Vandfladen. Først da fyldes Glasset med Luft og Vandet styrter ned. Saa længe der derimod ikke kan komme Luft ind i Glasset, kan Vandet heller ikke komme ud. Luften ligger nemlig som et



Fig. 202.

Vandet løftet i et omvendt Glas.

flere Mil dybt Hav omkring hele Jorden og udøver et stort Tryk paa alle jordiske Ting. Den trykker da ogsaa paa Vandfladen uden om Glasset, og derved holdes Vandet oppe i Glasset.

Paa samme Maade vil Luften udenom Pumperøret trykke paa Vandet, saa at dette følger efter Spanden, naar denne trækkes op; men naar Spanden føres ned igen, viger Vandet ogsaa nedefter saa længe, indtil det inde i Røret ikke staar højere end uden for Røret. Først ved

yderligere Nedtrykning af Spanden begynder Vandet at gaa igennem dens Ventil.

Findes der derimod i Røret neden for Pumpespanden endnu en Ventil, vil det Vand, der er fulgt efter Pumpespanden paa dens Vej opad, ikke kunne synke tilbage, naar Spanden føres nedad; thi den nederste Ventil lukkes

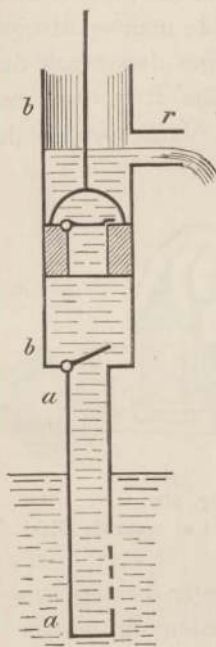


Fig. 203.

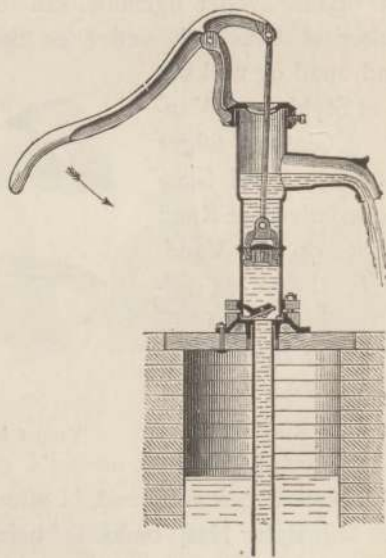


Fig. 204. Sugepumpen.

ved egen Vægt og ved Trykket ovenfra, saa at Vandet mellem denne og Spanden kommer i Klemme, aabner Spandens Ventil og begiver sig delvis op paa Oversiden af denne. Spanden behøver altsaa ikke at sænkes saa dybt for at faa Vand over sig, og en saadan Pumpe, Sugepumpen, kan derfor drage Vandet op til meget større Højde. Fig. 203 viser et skematisk Tværsnit af en

Sugepumpe. Gennem en Aabning med Rist (forneden til højre) kommer Vandet fra Brønden ind i Sugerøret aa, der ved en Ventil er afgrænset fra Pumperøret bb, hvori Pumpespanden bevæges op og ned ved Hjælp af Pumpestangen. Naar Pumpespanden gaar opad, gaar der Vand fra Sugerøret ind gennem Ventilen, saa at Pumperøret fyldes. Samtidig vil det Vand, der befinder sig over Spanden, løftes og delvis løbe ud af Tuden r. Naar

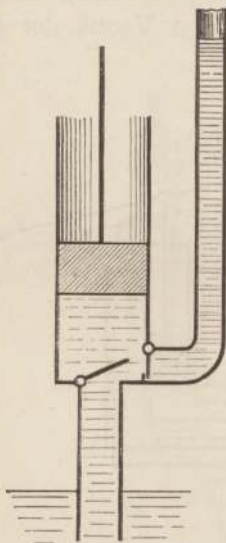


Fig. 205. Trykpumpe.

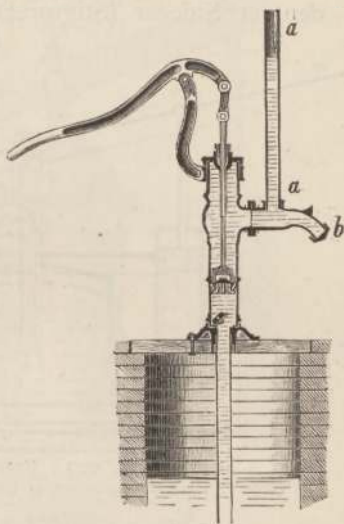


Fig. 206.

Spanden trykkes ned, vil Vandet i Pumperøret klemme nederste Ventil til og selv gaa igennem Spandens Ventil op paa Oversiden af denne. Fig. 204 viser en saadan Sugepumpe af Jern, saaledes som de nu almindelig bruges.

Der er dog en Grænse for, hvor højt Vandet vil følge Pumpespanden opad. Luftens Tryk kan nemlig ikke drive det synderlig over 30 Fod til Vejrs, i Praksis endda i Reglen ikke saa højt. Vil man dog have en Sugepumpe

til at bringe Vandet 30—40 Fod til Vejrs, maa man indrette det saaledes, at Pumpespandens Sted i Røret ikke er mere end omtrent 20 Fod over Brøndvandet, medens Rør og Pumpestang kan forlænge sig meget højere op. — I saadanne Tilfælde foretrækker man dog ofte Tryk-pumpen.

Denne (Fig. 205) har en nederste Ventil ligesom Suge-pumpen; men i Stedet for Spand har den et fuldt »Stempel«, som kan glide tæt op og ned i Pumperøret; og endelig har den et Siderør (Stigrøret) med en Ventil, der kan

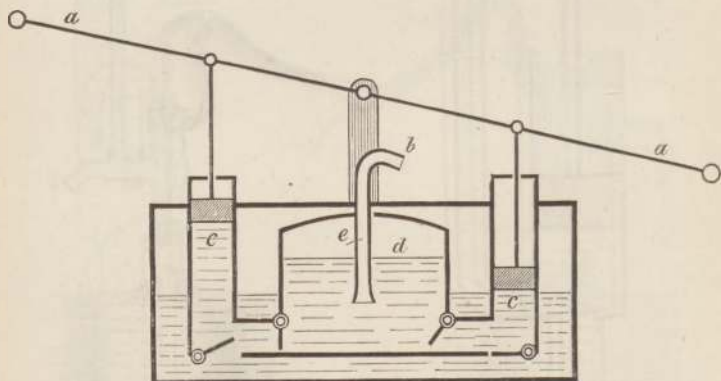


Fig. 207. Brandsprøjten.

aabne sig fra Pumperøret ind i Stigrøret, men ikke omvendt. Naar Stemplet nu trækkes op, vil Vandet følge efter det ligesom i Sugepumpen; men naar Stemplet trykkes ned, vil Vandet, som kommer i Klemme, aabne Ventilen til Stigrøret og gaa derind. Det kan saaledes trykkes op til en meget stor Højde; men det dertil fornødne Arbejde bliver større i Forhold til Højden.

I Fig. 206 ser man en sammensat Suge- og Tryk-pumpe, som nutildags er meget almindelig. Den adskiller sig væsentligst fra Sugepumpen derved, at den er lukket foroven, og at den har Stigrøret aa, som man kan skrue

paa, men saa maa man lukke Tuden med det paaskruede Laag b.

Hvis Pumpen skal være frostfri, maa Stempelstangen gaa helt ned igennem Sugerøret og først bære Stemplet en 3—4 Fod under Brønddækslet; og lidt over Stemplet maa der være et ganske lille Hul, saa at det højere staaende Vand i Pumperøret kan løbe gennem dette ned i Brønden, naar Pumpen henstaar ubenyttet.

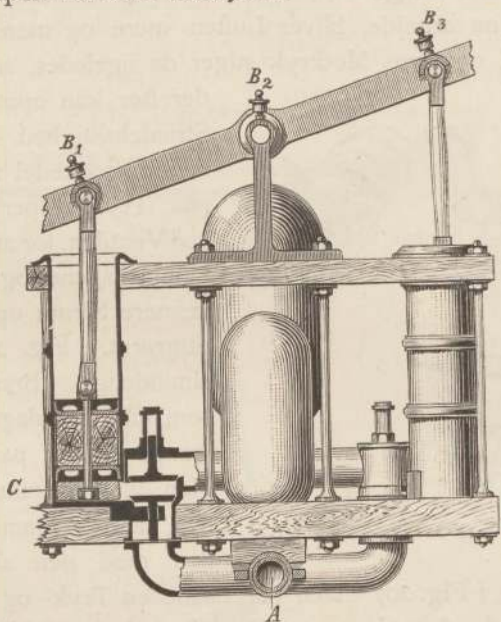


Fig. 208.

Brandsprøjten er en Trykpumpe, hvor Sugerøret ofte helt savnes, idet man fylder Vandet i det Kar, hvori Pumpen eller, som paa Fig. 207, de to Pumper ere anbragte. De drives begge af en og samme Vægtstang aa. Det lange Stigrør er en Sprøjteslange. Den findes ikke paa Fig. 207, men skal fastskrues ved b. Dens Munding er tidt ikke synderlig højere end Sprøjten, men Vandet straalet da ud af den med saadan Hastighed, at det kan

stige til stor Højde. — Vandet, som af Pumperne c drives gennem Ventilerne, gaar ikke straks ud i Sprøjteslangen, men først ind i Vindkedlen d. Denne er oprindelig fyldt med Luft; men efter som der pumpes Vand derind, sammentrykkes Luften, saa at den kun fylder den øverste Del af Vindkedlen, og her trykker den ned paa Kedlens Vand, saa at dette trykkes op gennem Røret e. Naar man en Tid holder Fingeren for Straalerørets Munding og lader Pumperne arbejde, bliver Luften mere og mere sammentrykket, og dens Modtryk stiger da ligeledes, saa at man



Fig. 209. Hæverten.

derefter kan opnaa en stor Straalehastighed. — En lignende Vindkedel findes ofte paa Trykpumper tæt bag ved Ventilen, for at afdæmpe Pumpeslagene og sende en jævnere Strøm op igennem Stigrøret. Fig. 208 er en almindelig Brandsprøjte, som man nutildags har dem mange Steder paa Landet. Man vil let kunne forstaa den, naar man sammenligner den med den skematiske

Tegning i Fig. 207. Den har baade en Tryk- og en Sugevindkedel. A er Sugerøret, B er Smørekopper for Smørelse af fast Konsistens. De afbrudte Arme ere fem Gange saa lange som B_1B_2 . C er en Klods, som er sat forneden paa Stemplet for at jage alt Vandet ud. Man kan ikke se Stigrøret, hvorpaa Sprøjteslangen skrues, da det ligger bag ved Vindkedlerne.

Ved saadanne Lejligheder, hvor man vel skal have Vandet hævet — dog ikke over 20—30 Fod —, men derefter atter kan tillade det at løbe endnu længere nedad,

er det nemmeste Hjælpemiddel Hæverten, da Vandet heri selv kan besørge sig flyttet (uden Arbejde). Hæverten er tillige en meget simpel Indretning, nemlig kun et

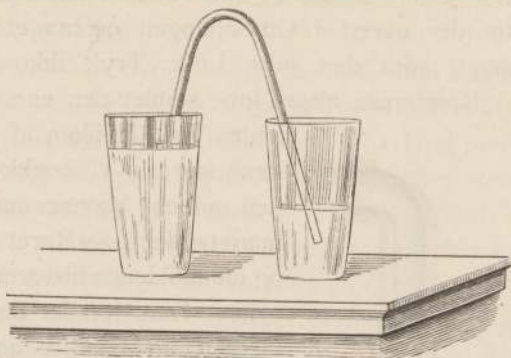


Fig. 210. Hævert fra et Vand til et andet.

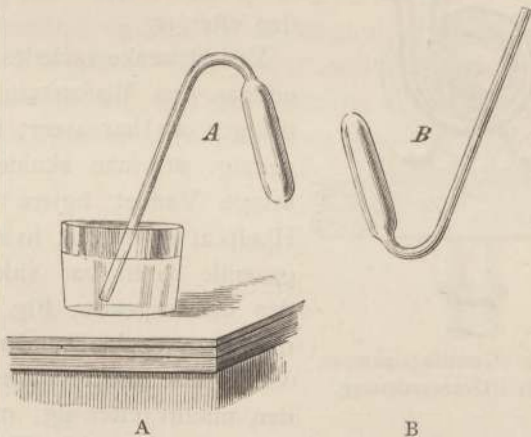


Fig. 211. Hæverten kan ikke bringe Vandet højere op.

bøjet Rør, Fig. 209, hvis ene Gren er dyppet ned i det Vand, som skal føres bort, medens den anden ender der, hvor Vandet skal føres hen. Er Hæverten først fyldt med Vand, vil dette vedblive at løbe, saa længe den fri

Rørmunding er lavere end Vandspejlet, eller, hvis nævnte Rørmunding selv befinder sig nede i Vand, saa længe dettes Vandspejl er lavere end det andet, Fig. 210. Vandet kan nemlig ikke skille sig ad og løbe nedad i hver Gren; thi da maatte der øverst i Ombøjningen opstaa et lufttomt Rum, noget, som den ydre Lufts Tryk ikke tilsteder. Vandet i Røret maa altsaa løbe samlet den ene eller den

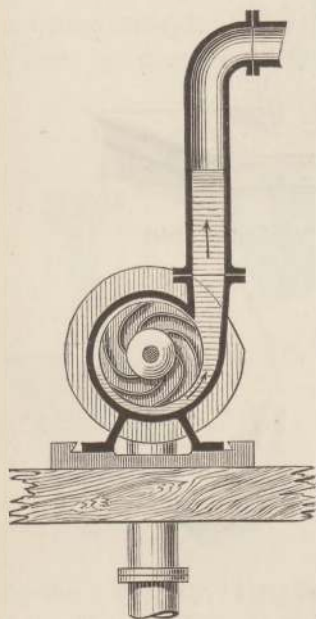


Fig. 212. Centrifugalpumpen, til Dels i Gennemskæring.

anden Vej. Hvilken af Vandsøjlerne der nu vil trække af med den anden, skønner man, naar man tænker sig Røret omvendt og indeholdende tilsvarende Vandsøjler. Den, der her tager Overvægten og trykker den anden af Sted, vil ogsaa i Hæverten tage Overvægten og trække den anden efter sig.

Ved at tænke saaledes vil man undgaa den Misforstaaelse, som mangen en har været hildet i, nemlig: at man skulde kunne bringe Vandet højere op ved Hjælp af en Hævert, hvis nedadgaaende Gren var videre end den opadstigende, Fig. 211 A; man har tænkt, at den større Vandmasse maatte kunne trække den mindre efter sig; men man

behøver kun at tænke sig Hæverten omvendt, Fig. 211 B, da skønner man, at den større Vandmasse ikke kan hindre, at den lange, tynde Vandmasse glider nedad og driver hin lidt opad.

En Hæverts fri Rørmunding maa ikke være for vid, thi da bobler der let Luft ind i Hæverten, og naar Luften

kommer højere op i den, skilles Vandet ad, og Delene løbe til hver sin Side. Ønsker man alligevel at bruge et vidt Rør for at faa meget Vand til at løbe, maa man ogsaa lade den Rørmunding, hvor Vandet løber ud, befinde sig nede i Vand (Fig. 210).

Der gives for øvrigt endnu et stort Antal Vandløftningsredskaber. En Pumpe af en ganske egen Art er Centrifugal-pumpen, Fig. 212, set i Gennemsnit. Et Hjul med 6 Blade eller Skovle drejes hastig rundt i en Cylinder, som Bladene nogenlunde slutte til. Medens Hjulets Aksel gaar tæt igennem Cylinderens ene Endevæg, saa at den kan drejes rundt af en Maskine udenfor, udmunder Sugerøret midt i den anden Endevæg. Stigrøret derimod slutter sig jævnt til Cylinderens ydre Runding, som Fig. 212 viser. Ved Skovlhjulets hurtige Omdrejninger virker Slyngkraften (Centrifugalkraften) paa Vandet, saaledes at dette trykkes mod Cylinderens Overflade og stræber saa langt udad som muligt, alt-saa op i Stigrøret. Der bliver derimod Tilbøjelighed til Tomhed i Midten, og dette bevirker, at Luftens Tryk paa Vandet i Brønden driver dette op igennem Sugerøret.

MØLLEN.

Hvor der trænges til vedholdende eller til stærk Kraftudfoldelse, foretrækker Mennesket at bruge Naturens Kræfter fremfor sine egne. Nogle af disse, navnlig Vandkraft og Vindkraft, have i flere Aarhundreder været i Brug, og selv i det sidste Aarhundrede, da Dampkraften ellers har overtaget de fleste og største Arbejder, vedbliver man paa sine Steder at bruge Vand- og Vejrmøller, hvorved man ikke har tilsvarende Omkostninger som til Kullene i Dampmaskinen.

Det vigtigste af de Arbejder, man lod Møllerne udføre, var at male Korn; naar derfor kortelig Ordet Mølle nævnes, tænker man i Reglen paa en Kornmølle, selv om den drives ved Damp (Dampmølle); men paa den anden Side bruger man ogsaa Ordet Mølle over for andre Arbejder, saasom Savmølle, Filemølle, Slibemølle, Oliemølle, Barkmølle, Spindemølle, Hammermølle osv., Ord, der alle sigte til Arten af det Arbejde, som Møllen udfører. Ethvert saadant Arbejde, af hvilke der i Nutiden er et umaadeligt Antal, har sin særlige Arbejdsmaskine: Kværnen, Sigten, Rundsaven, Baandsaven osv.; og den kan lige godt drives af Vind, Vand, Damp eller andre Kraft-

kilder, naar blot disse Drivkræfter ere stærke nok og kunne arbejde tilfredsstillende. De Maskiner, der ved Hjælp af en eller anden Kraftkilde levere Drivkraften, plejer man at kalde Kraftmaskiner eller Motorer. Vi ville her betragte dem, der drives af Vand eller Vind.

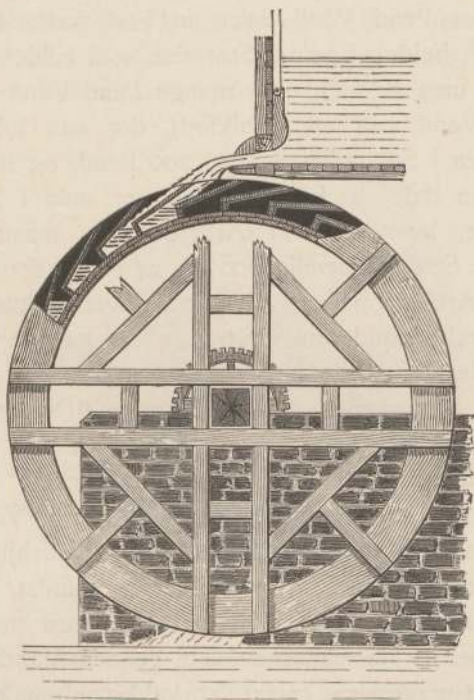


Fig. 213. Overfaldshjul.

Har det Vand, der skal drive Møllen, tilstrækkeligt Fald, anvender man med størst Fordel Overfaldshjulet, Fig. 213. Langs hele Hjulets Omkreds danne Brædder en Slags lommeagtige Kasser, der fyldes med Vand foroven fra Vandkarmen, og Vandet løber ud af dem, naar de nærme sig den nederste Stilling. Den Side af Hjulet,

hvor Kasserne ere fyldte, er altsaa meget tungere end den anden. Den gaar naturligvis nedad, og saaledes vedbliver Hjulet at gaa rundt. Paa Møllehjulets Aksel sidder et Tandhjul, der griber ind i et andet Tandhjul, som ikke er tegnet, og gennem flere eller færre saadanne forplantes Bevægelsen til Arbejdsmaskinerne.

Naar et Pund Vand daler en Fod, kan det derved udføre et Arbejde af en vis Størrelse, som kaldes en Pundfod. Naar man nu ved, hvor mange Pund Vand (der gaar 62 Pund Vand paa en Kubikfod), der kan løbe ud af Vandkarmen i Sekunden, f. Eks. 200 Pund, og hvor langt Vandet kan dale, f. Eks. 24 Fod, er man i Stand til at udregne, hvor stort et Arbejde man maatte kunne faa i hvert Sekund, nemlig 200×24 eller 4800 Pundfod. Da nu et Arbejde paa 480 Pundfod i hvert Sekund kaldes en Hestekraft, skulde man altsaa af det nævnte Vandfald have 10 Hestekræfter.

Dette faar man dog ikke ganske. Der gaar altid noget til Spilde. Man behøver kun at se paa Fig. 213 for at bemærke, at en Del Vand forneden falder et Stykke i fri Luft uden at gøre Gavn paa Vandhjulet. Saadant Spild kan aldrig undgaas. Overfaldshjulet hører endda til de Maskiner, hvor Spildet er mindst, naar det er vel indrettet, og altsaa Nyttevirkningen størst. Kan man af hine 10 Hestekræfter faa 8 gennem Vandhjulet tilført Arbejdsmaskinerne, maa det kaldes udmærket. Man angiver gerne Nyttevirkningen i Procent, det er, hvor mange Hundredele af den tilstedeværende Arbejdsevne der bliver udnyttet; i nærværende Eksempel altsaa 80 %.

Hvor Vandet ikke kan falde saa højt, maa man nøjes med Underfaldshjulet, Fig. 214. Hjulets nederste Del bevæger sig her selv i en Rende, der slutter nogenlunde tæt ind til Hjulet, og dette har Skovle formede, som det er antydnet nederst paa Figuren. Vandet vil da igennem

Sluseaabningen løbe ind paa Skovlene og drive dem fremad. Da Faldet her er mindre, bruges der ofte store Vandmasser, og Spildevandet maa have Plads til at løbe bort, det vil sige lidt Ekstrafald. Ved de bedste Underfaldshjul naas derfor neppe meget mere end halv Nyttevirkning (50 %) og ofte meget mindre.

I et Lavland som Danmark er der ikke mange og ret høje Vandfald. Derimod er der megen Vind, og denne er ogsaa i Besiddelse af megen Arbejdsevne. Man ser

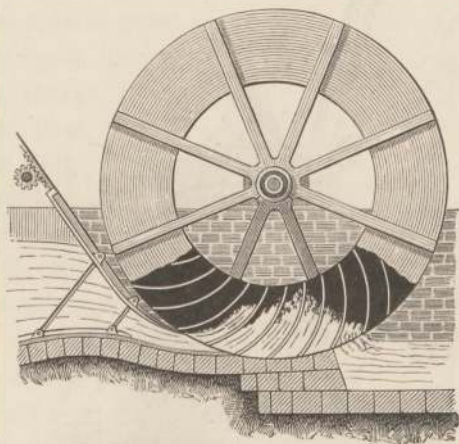


Fig. 214. Underfaldshjul.

derfor i de fleste Egne af Landet flere større eller mindre Vejrmøller, og nogle Steder, f. Eks. paa Thyholm, en saadan Mængde, at der næsten findes en paa hver Gaard.

Der har været gjort mange Forslag til Hjul o. l., der skulde drives af Vinden, men den virksomste Indretning bestaar i 4 eller flere Vinger, anbragte tværs paa en Aksel, der rettes lige imod Vinden, Fig. 215. Vingernes Flader ligge dog ikke ganske i samme Plan, men ere stillede lidt skraat. Det er denne Skraahed, der bringer Vinden til

at glide af til den ene Side, og derved trykker den afglidende Vind Vingerne til den modsatte Side, saa at de gaa rundt i modsat Retning af Viserne paa et Ur, naar man fra Vindsiden betragter Møllen.

Som oftest bestaa Vingefladerne, saaledes som vist i Fig. 215, af Lærredssejl, der støttes bagfra af et Ribbeværk; men da Vindstyrken er meget foranderlig, især i



Fig. 215. Vejrmøllen.

byget Vejr, kan det let hænde, at et Vindstød kan gøre Skade paa Vingerne eller paa de Maskiner, Møllen indeholder. Derfor er det at foretrække at lade Vindfladerne bestaa af en Række Jalousier, hvis Retning er ligesom de smaa Ribbers. Disse ere alle paa saadan Maade forbundne med en Stang, der gaar ind til Mølleakslen, at Stangen ved at skydes ud og ind kan aabne og lukke Jalousierne.

Akslen er hul, og en Stang inden i den virker atter paa Jalousistængerne paa saadan Maade, at disse stræbe at holde Jalousierne lukkede; men hvis Vinden trykker stærkt paa Jalousierne, giver Stangen efter (thi den holdes kun ved et Lod i Stilling), og Jalousierne aabnes.

Ogsaa med Hensyn til Retning er Vinden jo meget foranderlig, og da Akslen skal være rettet lige mod Vinden, maa enten hele Møllen kunne drejes, eller »Hatten«, hvori Vingerne Aksel er anbragt, maa kunne vendes mod Vinden. Den første Indretning, »Stub-

møllen«, er næsten gaaet af Brug i Danmark, hvorimod der findes mange i Tyskland. Hatmøllen eller den hollandske Mølle, Fig. 216, er at foretrække og er den eneste, der kan bruges, naar Møllen skal være ret stor. Men Vingeakslens Indgriben i Møllens faststaaende Maskineri maa da være saaledes indrettet, at den til-

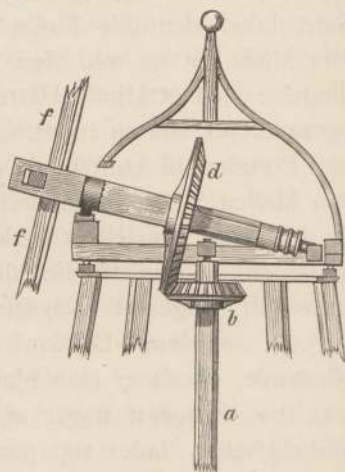


Fig. 216. Tværsnit af »Hatten«.

steder den nævnte Drejning af »Hatten«. Fig. 216 viser, hvorledes dette som oftest finder Sted. Midt i den faste Del af Møllen findes en lodret Aksel *a*, der bærer et Tandhjul *b* med skraa Tænder. Et tilsvarende *d* er anbragt paa Vingernes Aksel, og det kan altsaa dreje *b* rundt tillige med Akslen *a*, hvis nedre Ende bærer et Tandhjul (ikke tegnet), som driver Arbejdsmaskinerne. Dersom Hatten med Vingeakslens drejes, vedbliver dog Tandhjulet *d* at gribe ind i *b*, blot paa en anden Side.

Drejningen besørgeres paa flere Møller med Menneske-

kraft, saaledes som i Fig. 214; men bedre er det at lade Vinden selv besørge det. Er Møllen ikke ret stor, kan dette ske ved en stor Hale (af Brædder), anbragt til modsat Side af den, hvor Vingerne befinde sig. Vinden vil da selv dreje Halen »med Vinden«, saa at Vingerne komme imod Vinden. Men er Hatten ret stor, anbringes en lille Mølle oventil bagud og saaledes vendt, at den staar stille, naar Vinden blæser lige ind paa de store Vinger; men drejer Vinden lidt til den ene Side, begynder den lille Mølle at løbe rundt den ene Vej, og drejer Vinden lidt til den anden Side, løber den lille Mølle rundt den anden Vej. Den lille Mølle er nu ved flere mindre Tandhjul sat i Forbindelse med et Hjul i Hatten, som, naar det gaar rundt, ogsaa drejer Hatten rundt.

Foruden til Drift af de ovennævnte Arbejdsmaskiner, kan Møllen i det hele indrettes til Udførelse af mange af de Arbejder, som ellers i Almindelighed udøves af Dampmaskinen, f. Eks. til Frembringelse af Elektricitet, der atter kan bruges til Belysning og andre Ting. Men en Ulempe ved denne Drivkraft er, at der stundom indtræffer Vindstille, og da er man hjælpeløs saa længe, medmindre man har hengemt noget af Arbejdsevnen. Dette kan i Virkeligheden lade sig gøre. Man kan f. Eks. med Elektriciteten »lade« de saakaldte Akkumulatorer og senere faa Elektricitet af disse. Hidtil nøjes man dog i Reglen med at tage den Nytte af Vinden, den i Øjeblikket kan yde.

I Byer egner Vejrmøllen sig ikke. Vinden, der blæser hen over Husene, bliver nemlig fyldt med Hvirvler og Uregelmæssigheder, som ere farlige for Møllen og i hvert Fald arbejder mindre godt med den.

Ligesom man ved mange Lejligheder samler Forraad ind af, hvad der findes rigeligt paa Markerne eller i det

hele i Naturen, for at kunne have noget til Brug, naar det senere maaske ikke findes, saaledes er det ogsaa af Vigtighed, at man kan have Forraad af Drivkraft — i regnfattige Tider for Vandmøllens Vedkommende, i Vindstille for Vejrmøllens. Det første opnaar man ved Mølle-dammen. Man danner nemlig et stort Bassin eller en Udvidelse af Aaen lige oven for Vandmøllen; naar Dammen først er fyldt med Vand, kan man i længere Tid lade Møllen blive dreven ved dette Forraad.

Vanskeligere er det at danne et Forraad af Vind. Helt bogstavelig lader dette sig ikke gøre, men man kan dog i visse Tilfælde opnaa noget, der gør samme Nytte. Er det saaledes Vejrmøllens Opgave at forsyne en By med Vand, ved at pumpe det op i en Beholder, hvorfra Vandet gennem Rør kan tilflyde Brugene, behøver man blot at gøre denne Vandbeholder tilstrækkelig stor, saa at den kan forsyne Byen under et helt Vindstille. — Er det derimod netop Arbejde, man kræver af Møllen, vilde der være en Mulighed for at naa dette ved at pumpe Vand op i en stor Beholder, naar det blæser, og lade dette Vand drive en Vandmølle i Vindstille; men der skulde en overmaade stor og højtstillet Beholder til, om dens Indhold skulde kunne yde et ret stort Arbejde. Det er derfor ad en ganske anden Vej, at man har begyndt at opsamle Vindens Arbejdsevne, og det vil sikkert blive ad denne, man vil fortsætte, naar man engang — ved Kullenes Forbrug eller højere Priser — bliver nødt til at ty til de udtømmelige Naturkræfter, som Vand- og Vindkraft.

Den Form, hvor den største Arbejdsevne saa at sige kan sammenpakkes i mindst muligt Rum, er den kemiske Form. Et Pund Kul indeholder en Arbejdsevne paa omtrent 10 Millioner Pundfod. Ligeledes er der en meget

stor Arbejdsevne i Petroleum, Spiritus, Sukker, Mel og mangfoldige andre Sager, og vi faa denne Arbejdsevne frem ved at forbrænde nævnte Stoffer i en Dampmaskine, Petroleumsmotor eller i et Dyr eller Menneske; thi naar Sukker, Mel o. l. er optaget i disse, er det ved disse Stoffers Forbrænding i Legemet, at dette bliver i Stand til at udføre et Arbejde.

I de Maskiner, Menneskeslægten selv har opfundet og indrettet, har man nogen Forstaaelse af Forbrændingens Virkninger. I Dyr og Mennesker se vi Virkningerne, men vi kunne neppe sige, at vi forstaa dem. Men netop derved aabner der sig Udsigt til, at man maaske med Tiden bliver langt dygtigere til at indrette saadanne Maskiner, som kunne omsætte den saakaldte kemiske Energi i mekanisk Arbejde. Visse Ting har man naaet, og Vejen synes at skulle gaa igennem Elektriciteten.

Lader man saaledes Møllen dreje en Dynamo, faar man en elektrisk Strøm. Denne kan man f. Eks. lede ned i en elektrisk Akkumulator, nemlig i Blyplader, der staa i syret Vand. Den elektriske Strøm vil her gøre et kemisk Arbejde, nemlig danne visse Forbindelser paa Blyets Overflade imellem Blyets, Vandets og Syrens Bestanddele. Dette kemiske Oplag kan henstaa i lang Tid, ligesom Kullet i et Brændehus kan ligge, til man ønsker at udnytte det. Naar man saa senere sætter en metallisk Forbindelse mellem Blypladerne, vil Overfladeoplaget saa at sige forbrænde, det vil sige, atter indtræde i den oprindelige Tilstand, og idet dette sker, frembringes der en elektrisk Strøm, som man saa kan sende i en Dynamo (Elektromotor), og man faar Arbejdet igen som Arbejde, naar man behager. Her er ikke den Ulempe som ved ovennævnte Vandbeholder, at den skal være saa særdeles stor; men derimod er den temmelig

kostbar, saa man man haabe, at der maa findes nye Maader at gemme Vindens Arbejdsevne paa, Maader, som ikke kræve for store og kostbare Apparater, og som ere nogenlunde lette at haandtere. Dog — dette hører Fremtiden til.

CENTRIFUGEN.

Naar man udbreder en lille Draabe nymalket Mælk paa en Glasplade og betragter den gennem Mikroskopet, ser man en Mængde smaa Fedtkugler. Disse ere meget smaa. Af de største skulde 10000 lægges i Række for at danne en Perlekrans, der kunde naa om en Finger; og Kransen vilde være saa tynd, at man ikke vilde kunne se den med de blotte Øjne. — Det er disse Fedtkugler, der skulle udskilles af Mælken og sammensmeltes til Smør; men der vil gaa 4 Millioner af de største Kugler med til at danne en Smørklump som et Knappenaalshoved (1 Kubikmillimeter), og atter 10000 Knappenaalshoveder til at smøre paa et ordentligt Stykke Smørrebrød.

Fedtkuglerne ere lettere end den øvrige Mælk, og de stræbe derfor opad ligesom Olie i Vand; men da de ere saa overordentlig fine, bliver deres Vandring opefter yderst langsom.

Dette er altid Tilfældet, naar meget fine Ting skulle bevæge sig i en Vædske eller endog blot i Luften. Fint Støv falder meget langsommere end grovt. Naar man udrører Ler i Vand, ville de grovere Korn hurtigt naa Bunden; oven paa disse lægge de finere sig senere, og

allersidst lægge de allerfineste sig efter flere Timers Forløb. Først da bliver Vandet helt klart. — Naar saa Vandet hældes forsigtig bort, finder man Leret »slemmet«, $\circ$: ordnet efter Finheden.

Til Forstaaelse heraf ville vi betragte nogle smaa Lerlegemer af forskellig Størrelse. Lad os for Simpelheds Skyld tænke os dem som smaa Terninger, hvis Kanter ere 1, 2 og 3 (Fig. 217). Da er den anden Terning 8 Gange saa stor som den første. Den drives altsaa nedad med 8 Gange saa stor Kraft; men dens Grundflade er kun 4 Gange saa stor, og den møder derfor en Modstand i Vandet, som kun er 4 Gange saa stor — ikke 8 Gange

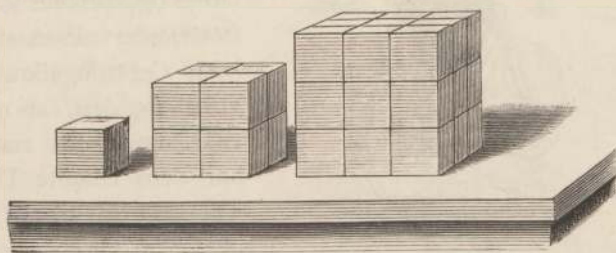


Fig. 217. Terninger med Længdemaal 1, 2 og 3.

saa stor. Den daler derfor hurtigere end hin. Ligeledes vil den tredie Terning veje 27 Gange saa meget som den første, men kun have 9 Gange saa stor Grundflade og altsaa kun 9 Gange saa stor Modstand. Den falder derfor endnu hurtigere osv.

Da nu de omtalte smaa Fedtkugler ere lettere end den øvrige Mælk, drives de opad, men kun med en ringe Kraft; thi de ere ikke meget lettere end Mælken, og tilmed overordentlig smaa. De stige derfor særdeles langsomt op mod Overfladen, hvor de, tillige med den Mælk, der fylder deres Mellemrum, danne Fløden. Men det varer som sagt længe, inden Fløden faar samlet sig foroven,

og man maa undgaa enhver Omrøring eller Rystelse, da Fedtkuglernes regelmæssige Vandring opefter derved vilde forstyrres.

Kunde det nu tænkes, at Tyngdekraften blev større, vilde Vandringen foregaa hastigere og Flødedannelsen altsaa hurtigere finde Sted. Noget i den Retning sker virkelig, naar man slynger Mælken rundt, saa at den bliver under-



Fig. 218.

Centrifugalkraften driver Vejsnavset af Hjulene paa en hurtig kørende Cycle.

kastet Centrifugalkraften; thi denne kan blive meget stor, naar Hastigheden er stor, og Forskellen mellem Fedtkuglernes og Mælkens Vægt fremtræder altsaa stærkere. Centrifugalkraften ytrer sig deri, at naar en Ting drejes rundt, har dens enkelte Dele Tilbøjelighed til at fjerne sig fra Omdrejningspunktet. Kører en Vogn hen ad en snavset Vej, vil Vejsnavset, som klæ-

ber sig fast ved Hjulet, paa Grund af dettes Omdrejning rive sig løs derfra. Naar man paa Bicycler anbringer Skærme, er det netop for at undgaa Centrifugalkraftens Virkninger (Fig. 218). Centrifugalkraften beror paa den simple Sandhed, at enhver Ting har Tilbøjelighed til at beholde den Bevægelse, den har, baade hvad Retning og Hastighed angaar. En Ting, der har tilbagelagt Vejen DA (Fig. 218 a), har i A en Bevægelse, som af egen Drift vilde fortsætte sig fra A til b i en Sekund. Tvinger man imidlertid Tingen til at følge Banen AB, vil den vise en Tilbøjelighed til at stræbe udad, en Tilbøjelighed, som maa overvindes, og som kan udtrykkes ved Størrelsen af

bB. Hvis nu Hastigheden havde været dobbelt saa stor, saa at Tingen vilde være gaaet fra A til c i en Sekund, men bliver tvungen til at gaa fra A til C, bliver Tilbøjeligheden, som maa overvindes, lig cC; og denne er ca. 4 Gange saa stor som bB. Hvis Hastigheden havde været 3 Gange saa stor, vilde Tilbøjeligheden eller Centrifugalkraften have været 9 Gange saa stor. 10 Gange saa stor Hastighed giver 100 Gange saa stor Centrifugalkraft; 1000 Gange saa stor Hastighed en Million Gange saa stor Centrifugalkraft, osv.

Man kan saaledes let skaffe en Centrifugalkraft, der er mangfoldige Gange større end Tyngdekraften. Fra en opslaaet Paraply's Rand

drypper det maaske langsomt under Virkning af Tyngden; men drejer man Paraplyen hurtigt rundt om Skaf-

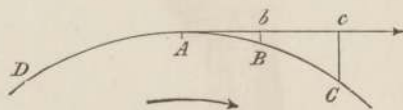


Fig. 218 a.

tet, flyver der langt flere Draaber ud fra Randen. Tænker man sig en Skive paa 1 Fod i Tværmaal drejet om sin Midte 7000 Gange i hvert Minut, bliver den Centrifugalkraft, som virker paa dens Rand, mere end 10000 Gange saa stor som Tyngdekraften. Blev 1 Kvint fæstet til Randen af denne Skive, vilde det alt-saa trækkes udad med et Træk paa 10000 Kvint eller 100 Pund.

Kan man nu bringe Mælk under denne Centrifugalkrafts Indflydelse, vil baade Mælk og Fedtkugler paa-virkes deraf, men Mælken stærkest, fordi den er vægtigst, og den vil derfor stræbe at komme yderst, saa at Fedtkuglerne drives indad mod Midten, og dette med en Kraft, der er 10000 Gange saa stor som den, hvormed Mælken under Tyngdens Indflydelse driver Fedtkuglerne opad. Adskillelsen kan da ske i ganske kort Tid.

Fig. 219 viser det udvendige Udseende og Fig. 220 Tværsnittet af en Centrifuge, set fra Siden, som med blot 5600 Omdrejninger i 1 Minut kan skumme 1600 Pund Mælk i Timen og udskille 15 % Fløde, saa at der kun bliver $\frac{1}{7}$ Procent Fedt tilbage i Mælken. Det Legeme,

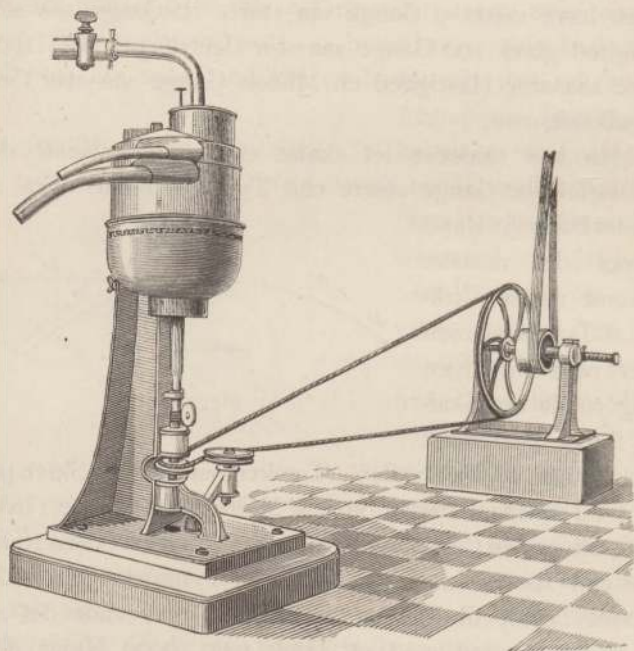


Fig. 219. Centrifuge, dreven ved en Snor fra et »Forlag«.

der drejes rundt paa den lodret staaende Aksel, er kun det, der befinder sig inden for de stærkt sorte Linier (se Fig. 220). Det er sammenskruet af en Staalgryde og et topformet Laag, aabent foroven. Gennem denne Aabning kommer Mælken midt ned i Centrifugen. Her slynges den ud imod Grydens Vægge og beklæder disse med et tykt

Lag, som indvendig har en rund og saa at sige lodret (cylindrisk) Overflade. Ind imod denne drives nu Fedtkuglerne af den skummede Mælk, der stræber at komme

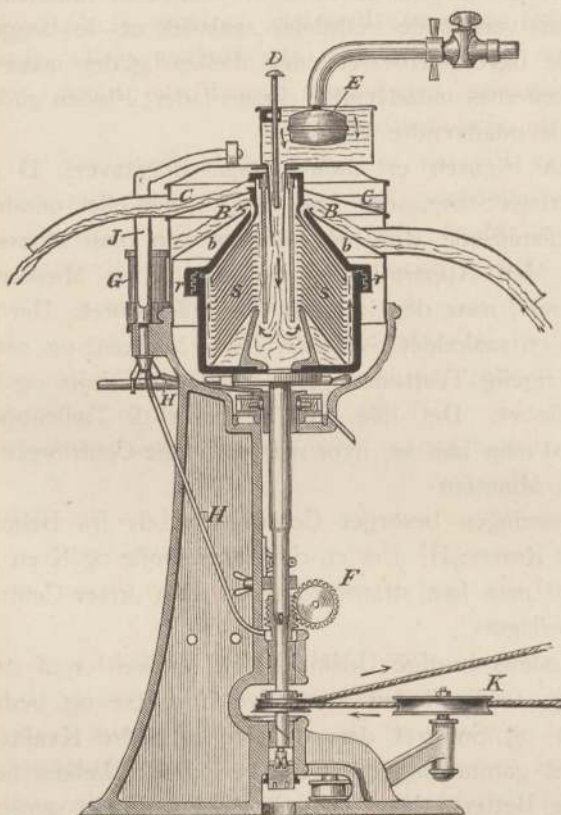


Fig. 220. Tværsnit af en Centrifuge.

yderst. Herude ledes den igennem de tynde Rør, som ligge lige op ad det toppede Laag, op igennem Aabningen ved Laagets Spids ud i det faststaaende Rum B, hvorfra den løber ud gennem Tuden til højre. Fløden bevæger sig

langs Mælkens inderste Væg opad, til den løber ud i Rummet C og gennem Tuden til venstre.

I Gryden ses en Del Bliktallerkener ss. Disse lede saa at sige Færdslen af de udad vandrende Mælkedele og de indad vandrende Fedtdele, saaledes at de begge gaa, som de have Fortovsret, idet Mælken glider udad langs Tallerkenernes indadvendte skraa Flader; Fløden glider ind langs de udadvendte Flader.

Paa Figuren er endnu nogle Bogstaver. D er en Regulerings-Stang, som kan skydes mer eller mindre ned i det tilspidsede Rør, og saaledes kan man afpasse Tilløbet. Men Apparatet sørger selv for, at Mælken ikke løber over, naar den kommer fra Tilløbsrøret. Der ligger nemlig en saakaldet Svømmer, E, i Mælken, og naar der er for rigelig Tilstrømning, stiger den til Vejrs og lukker for Tilløbet. Det lille Hjul F hører til Tælleapparatet, hvorved man kan se, hvor mange Gange Centrifugen løber rundt i Minutten.

Smøringen besørger Centrifugen selv fra Beholderen G med Rørene H. J er en Sikkerhedsbøjle og K en Skive, hvorved man kan stramme Snoren, som driver Centrifugen fra »Forlaget«.

Flødens hurtige Udskillelse af Mælken er af stor Betydning, fordi Fløden kan blive hurtigere og bedre behandlet og Smørret derved blive af bedre Kvalitet end ved det gammeldags Bøttemælkeri, hvor Mælken henstod i brede Bøtter i lang Tid, til Fløden kunde samles paa Overfladen og skummes med en flad Ske. Centrifugen har i den sidste Snes Aar fuldstændig forandret Danmarks Mælkeridrift, idet der nu findes over 2000 Centrifugemælkerier i Landet. De fleste af disse ere Andels- eller Fællesmælkerier, hvor man finder, det svarer Regning daglig at køre Mælken sammen fra et stort Opland

for at faa den bedre behandlet og erholde højere Smørpriser.

Danmarks Smørudførsel er herved stegen til 80—90 Millioner Pund aarlig, og desforuden er der et Hjemme-forbrug af 50—60 Millioner, saa at Produktionen ialt svarer til omtrent 130 Millioner Kroner.

BAROMETRET.

Luftens Tryk. Det er en bekendt Sag, at Vandet paa Bunden af de store Havdybder udøver meget store Tryk, og at Trykket hidrører fra den uhyre Vægt af de ovenover liggende Vandmasser. Over Vandhavet findes et andet Hav, Lufthavet, Atmosfæren, og paa Bunden af det, altsaa ved Jordens Overflade, maa der ligeledes virke et Tryk, hidrørende fra Vægten af de ovenover liggende Luftmasser. Under almindelige Forhold mærker man ikke noget til Lufttrykket, fordi det i Reglen virker lige-
ligt fra alle Sider, eller man tænker ikke over dets Virkninger, fordi de ere saa tilvante, at man kun undres, naar de udeblive. Alt, hvad der hedder Sugning, er en Virkning af Lufttrykket; det er dette, som driver Vandet op til Stemplet i en almindelig Vandpumpe (Sugepumpe) eller i et Rør, hvis ene Ende staar i Vand, og i hvis anden Ende man suger med Munden.

Naar man suger, udvider man Mundhulen ved at sænke Underkæben; da Luften derinde herved kommer til at udbrede sig over et større Rum — man siger, at den bliver fortyndet — vil dens Tryk udad mod Mundhulens Vægge formindskes. Det mærkes, ved at den ydre Lufts Tryk kommer til at gøre sig gældende. Holder man alle

Udgange fra Mundhulen, mellem Læberne, til Næsen og til Lungerne, lukkede, mærkes det ydre Lufttryk, ved at Kinderne trykkes indad; holder man et Rør mellem Læberne, strømmer Luften udefra igennem det ind i Munden, og holdes Røret ned i Vand, driver det ydre Lufttryk Vandet op i Røret.

Følgende Forsøg over Luftens Tryk kan enhver let gøre ved Hjælp af en lille Glassprøjte med et tæt sluttende Læderstempel og en Fjedervægt. Man suger noget Vand op i Sprøjten; er der Luft over Vandet, vender man Spidsen i Vejret og trykker Stemplet op, til Luften er jaget ud. Hvis man nu lukker for Sprøjstens Tud ved at trykke en Finger mod Spidsen af den og derefter trækker i Stemplet, mens man med den anden Haand holder igen paa Sprøjten, vil man finde, at Stemplet fastholdes i sin Stilling med en betydelig Kraft; trækker man imidlertid kraftig til, kan man faa Stemplet skilt fra Vandet, men det er stadig, som om en kraftig Fjeder trak imod; slipper man pludselig Stemplet, farer dette ned, til det slaar mod Vandet.

Den Kraft af usynligt Ophav, som virker paa Stemplet, er Lufttrykket; dette Tryk er ogsaa til Stede, naar Sprøjten er aaben forneden; men i det Tilfælde virker det baade fra oven og fra neden paa Stemplet, og derfor mærker man det ikke; naar der derimod er lukket forneden, og naar Rummet under Stemplet er helt fyldt af Vand, da er der ingen Luft til at trykke paa Undersiden; faar man Stemplet skilt fra Vandet, vil Rummet imellem dem være lufttomt. I det Tilfælde har man Lufttrykket alene paa Oversiden, og Stemplet rører sig derfor ikke, før man trækker stærkere opad, end Luften trykker nedad; man mærker, at det er en anselig Kraft, man har med at gøre, ved den Anstrengelse, der maa til.

Størrelsen af Luftens Tryk paa Stemplet kan man finde ved Hjælp af Fjedervægten, idet man hænger Sprøjten ved Stempelstangens Ring op i Fjedervægtens Krog

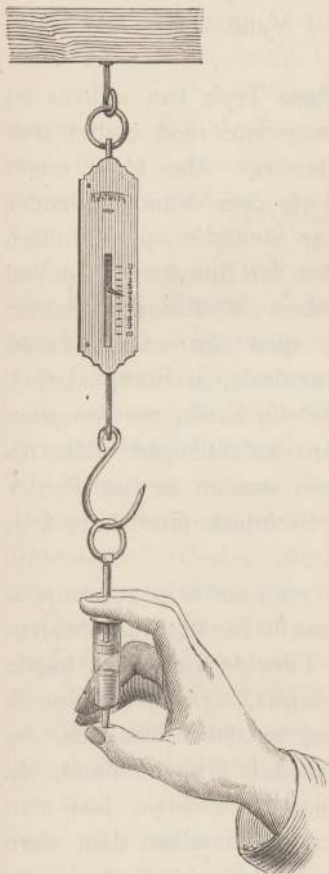


Fig. 221.

(Fig. 221). Har man, som før, Vand uden Luft under Stemplet, lukker man med Fingeren for Tuden og trækker nedad i Sprøjterøret, til Stemplet skilles fra Vandet. Fjedervægten vil da vise, hvor stærkt der trækkes i Stemplet; det kan f. Eks. være 5 Pund. Lufttrykket er dog ikke Skyld i hele den Modstand, man maaler; skal Stemplet slutte tæt i Glasrøret, maa det presse mod Væggene, hvorfor der bliver en ret betydelig Gnidningsmodstand; den kan man dog let maale, naar man trækker nedad i Sprøjten som før, men uden at lukke forneden; i saa Fald bobler Luften op gennem Vandet og trykker ogsaa nedefra paa Stemplet; den Modstand, man nu mærker, og som Fjedervægten maaler, skyldes derfor alene Gnidningsmodstanden; den kan f. Eks. være 1 Pund; trækkes

den fra de 5 Pund, vi før fandt, ville de 4 Pund, der blive tilbage, være Maal for Lufttrykket paa Stemplet. Et Tryk af den Størrelse vil man finde, hvis Stemplet er godt $1\frac{1}{2}$ Centimeter i Tværmaal; Stemplets Flade

vil da være omtr. 2 Kvadratcentimetre stor (Fig. 222). Luftens Tryk er følgelig 2 Pund eller 1 Kilogram paa hver Kvadratcentimeter af den Flade, hvorpaa det virker.

Man kan heraf beregne, at Trykket er omtrent 14 Pund paa en Kvadrattomme og omtrent 2000 Pund paa en Kvadratfod.

Sugepumpen findes omtalt S. 324—325, og vi skulle derfor her kun kort minde om dens Virkemaade. Den bestaar af et Sugerør, som fører ned til det Vand, der skal løftes; oven over Sugerøret findes Pumpe-
røret med Stemplet. Naar Pumpen, som vist i Fig. 223, er fuld af Vand og Stemplet føres opad, vil dette bort-



Fig. 222. En Flade paa 2 Kvadratcentimeter.

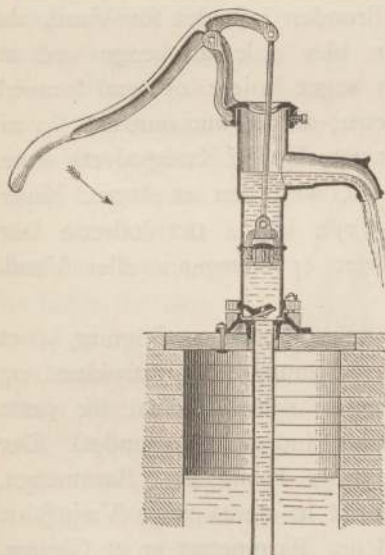


Fig. 223. Sugepumpe.

tage Trykket paa den Klap, som lukker over Sugerørets øverste Munding. Det Tryk, som Luftens udøver paa Vandfladen i Brønden, vil nu gøre sig gældende, idet det virker gennem Brøndvandet op i Sugerøret. Trykket aabner Klappen og driver Vand fra Sugerøret op i Pumpe-
røret, saa at Rummet holdes fyldt under Stemplet, mens dette gaar opad. Det er altsaa Luftens Tryk, som driver Vandet fra Brønden op til Stemplet. Man har

nu for længe siden erfaret, at der er en Grænse for den Højde, hvortil Lufttrykket kan drive Vandet op, og det

skal være denne Erfaring, som ledte Torricelli til at opfinde Barometret. Grænsen er ved omtrent 33 Fod eller 10 Meter.

Naar en Pumpe som den, der er vist i Fig. 223, bliver stillet op paa sin Plads, kan den ikke give Vand, før den selv er bleven fyldt. Til at begynde med pumpes der kun Luft ud af Sugerøret; Luften i dette fortyndes, og den ydre Luft driver Vandet op deri. Til at begynde med virker Pumpen altsaa som Luftpumpe, og staar den mere end 33 Fod over Vandet, bliver det slet ikke til andet end Luft; er der fuldkommen tæt baade om Stemplelet og ved Ventilerne, da kan den netop faa Vandet de 33 Fod op, naar al Luft under Stemplelet er bleven pumpet ud.

Var der Kvægsølv i Brønden i Stedet for Vand, da kunde man, selv om man blev nok saa længe ved at pumpe, ikke faa Vædsken suget højere op end henved $2\frac{1}{2}$ Fod, omtr. 760 Millimetre; det er kun omtrent $\frac{1}{14}$ af Vandets Højde. Det ligger naturligvis i Kvægsølvets store Vægtfylde; i samme Forhold, som den er større, bliver Højden mindre. Luftens Tryk kan i det lodrette Rør løfte samme Vægt, enten det er Kvægsølv eller Vand, som suges op.

Kvægsølvbarometret. En Vædskes Stigning i et lufttomt Rør er en direkte Virkning af Lufttrykket, og Stighøjden kan derfor bruges som et Maal for dette Tryk; herpaa er Barometrets Indretning grundet. Der kan kun være Tale om at bruge Kvægsølv i Barometret, da andre Vædsker paa Grund af deres ringe Vægtfylde vilde kræve urimelig høje Rør. Barometret er et Glasrør, der med sin nederste aabne Ende staar i Kvægsølv, og som er lufttomt foroven. Italieneren Torricelli, der opfandt Barometret Aar 1644, fandt, at man kunde skaffe det tomme Rum over Kvægsølvet til Veje paa følgende

Maade: Man tager et Glasrør af passende Vidde (5—10 Millimetre) og henved en Meter langt. Ved den ene Ende lukkes Røret, ved at Randene smeltes sammen. Man fylder det derpaa med Kvægsølv og lukker den aabne Ende med en Finger, vender Røret om og dypper Fingeren og Enden af Røret ned i en Skaal med Kvægsølv (Fig. 224). Først da slipper man med Fingeren, idet Røret samtidig rejses lodret op. Efter hvad før blev sagt, vil det indses, at Kvægsølvet ikke kan blive ved at fylde hele Røret, da der kun er Luftens Tryk til at holde det deroppe; det maa derfor synke, til det i Røret har den Højde, Lufttrykket kan bære.



Fig. 224. Torricellis Forsøg.

Da der ingen Steder kan slippe Luft ind, idet Munden jo er spærret af Kvægsølv, maa det Rum, som lades tomt foroven, være lufttomt, forudsat, at al Luft er bleven jaget ud ved Paafylldningen af Kvægsølvet. Om det er Tilfældet, kan man prøve ved at stille Røret skraat (Fig. 224). Idet Røret bringes til at hælde mere og mere

vil Kvægsølvet tilsyneladende stige; det rykker nemlig længer op mod den øverste Ende af Røret, som det snart vil fylde helt, hvis Røret virkelig er lufttomt. Det er dog kun tilsyneladende, at Kvægsølvet stiger; spænder man en Snor vandret ud i Højde med Overfladen (Fig. 225), vil man se, at Kvægsølvet holder sig i Højde med Snoren,

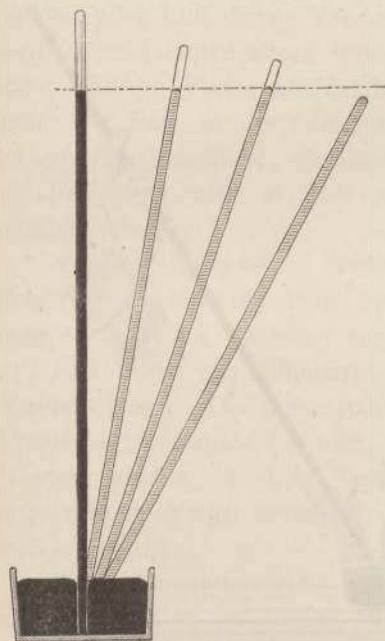


Fig. 225.

mens Røret føres ud til Siden, saa længe der endnu er tomt Rum tilbage over Kvægsølvet; man kan heraf slutte, at Lufttrykket kan drive Kvægsølvet op til en og samme Højde (Snorens), enten Røret staar lodret eller skraat; det er ikke Mængden af Kvægsølvet, men dettes Højde, som det kommer an paa.

Saaledes gaar det dog kun, hvis al Luft er ude af Røret; er der lidt Luft tilbage, vil denne ved sin Udvidekraft trykke Kvægsølvet noget ned; stiller man Røret skraat, vil Kvægsølvet ligesom

før trænge længere frem i Røret, men herved indsnævres Luftens Rum, og dens Tryk bliver af den Grund forøget; derfor vil Overfladen af Kvægsølvet ikke kunne holde sig i Højde med den vandrette Linie. Tydeligst giver Luften sig til Kende, naar man bringer Røret til at hælde stærkt; da vil den danne en Boble foroven, som hindrer Kvægsølvet i helt at fylde Røret. Man kan høre det paa

Røret, hvis det er lufttomt; fører man det nemlig hurtigt ud til Siden, vil man høre Kvægsølvets slaa haardt mod Glasset, da der intet er til at tage Stødet op; er der derimod selv kun en ringe Mængde Luft, tager den som en Stødpude mod Kvægsølvets Stød, og man hører kun en svag Lyd.

Er der Luft til Stede i Barometret, vil den altsaa trykke Kvægsølvets noget ned, og Barometret vil følgelig vise for lavt. Det gælder derfor om ved Forfærdigelsen at skaffe Luften helt bort. Naar man har hældt Kvægsølv i et Barometerrør, vil man se en Mængde smaa Luftbobler, der ere blevne fangede af Kvægsølvets og klemte ind mellem det og Glasrørets Inderside; hvis nu denne i Forvejen har været omhyggelig rensed og — især — tørret, kan man dog let skaffe disse Bobler ud ved saa at sige at skylle dem bort ved en stor Luftboble, som man faar til at gennemløbe hele Røret ved at lukke dette med en Finger og lade det hælde fra vandret Stilling, snart til den ene, snart til den anden Side; man vil da se den store Boble gennemløbe Røret og sluge alle de smaa, som den møder. Selv om der herefter ikke er Spor af Luft at se mellem Glas og Kvægsølv, vil Røret, naar det er sat ned i sin Skaal som Barometerrør, dog ikke bestaa den ovenfor omtalte Prøve paa Lufttomhed; der vil vise sig en tydelig Luftboble foroven, naar man stiller Røret skraat. Det hjælper noget, hvis man opvarmer Røret under Luftsukningen; men det eneste probate Middel er dog at »koge Røret ud« under Paafyldningen. Man stiller det skraat og hælder Kvægsølv i, til det fylder nogle Tommer; derefter varmer man den nederste Ende af Røret forsigtig med en Gas- eller Spritlampe, til man ser Kvægsølvets koge i Røret, fylder saa atter noget Kvægsølv paa og bringer det i Kog; saaledes gaar man

hele Røret igennem og ender med at fylde Røret helt ud med koghedt Kvægsølv.

Grunden til, at man maa koge Røret ud for at faa det luftfrit, er, at der ellers altid bliver siddende en tynd Hinde af Luft og Fugtighed paa Indersiden af Glasset, selv om Kvægsølvet tilsyneladende har trængt al Luft ud; denne Hinde bliver, naar Røret vendes om og Kvægsølvet synker, for største Delen fri og breder sig ud i Tomrummet, fordi der intet Tryk er til at holde den ved Glasset. Koger man derimod Røret ud, da vil Hinden allerede løsnes under Paafylldningen paa Grund af den høje Varmegrad (Kvægsølvet koger først ved 357° Celsius), og Kvægsølv dampene vil tage den med sig op. Udkogningen maa foretages med Varsomhed, da Kvægsølvet støder 'saa haardt under sin Kogning, at det nok kan slaa et Glasrør i Stykker; derfor maa man, som nævnt, koge Røret ud stykkevis.

Naar man har lavet Barometret saa vidt i Stand, at Røret er stillet op med sin Munding i Skaalen med Kvægsølv, maa man indrette sig paa at kunne maale Højdeforskellen mellem de to Overflader. I fysiske Laboratorier har man et særligt Apparat, et Slags Nivellerinstrument, til med stor Nøjagtighed at udføre saadanne Maalinger; det kaldes Katetometer (Fig. 226) og bestaar af en solid Støtte, hvorpaa der er afsat Maal, f. Eks. Millimetre, og som bæres af en Trefod. Gennem hver Fod gaar en saakaldet Fodskrue, hvis nedre Ende støtter mod Underlaget. Ved at stille paa Fodskruen kan man faa Støtten lodret. En vandret Kikkert med Libelle kan glide op og ned langs Støtten og fastskrues i enhver Højde. Støtten kan drejes i Foden, saa at Kikkerten kan komme til at sigte i forskellige Retninger. Man maaler Barometerhøjden ved med Katetometrets Kikkert først at sigte til den nederste Overflade og aflæse Kikkertens Stilling; lad den

staa ved den 20de Millimeterstreg. Derpaa skyder man Kikkerten op, til den sigter til den øverste Flade; staa den da ved Millimeterstregen 795, er Barometerhøjden 775 Millimetre.

For at lette Maalingen af Højden, giver man ofte Barometret den i Fig. 227 viste Form; det kaldes Hævert-

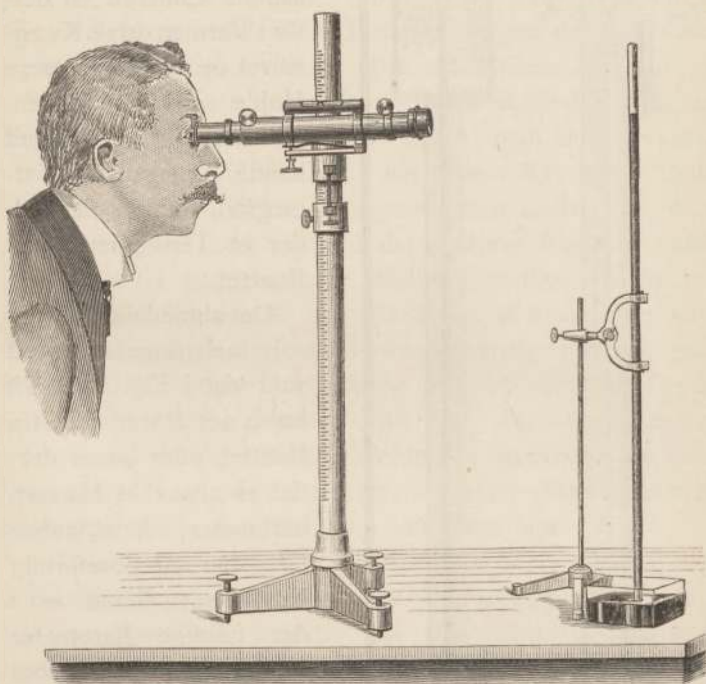


Fig. 226. Barometerstanden maales ved Katetometer.

barometer, fordi Rørets Form minder om en Hævert i omvendt Stilling. Røret er fæstet til et Bræt, hvorpaa der sidder en forskydelig Maalestok, hvis Streger man ser for oven. Ved at dreje paa Knappen k_1 skyder man Maalestokken op eller ned, til Linealen l_1 er med sin Underkant i Højde med den nederste Overflade. Linealen l_2 ,

der sidder paa en Skyder, som kan flyttes ved Knappen k_2 , stilles ind paa den øverste Flade, og et Mærke paa Skyderen vil da vise Barometerstanden paa Maalestokken.

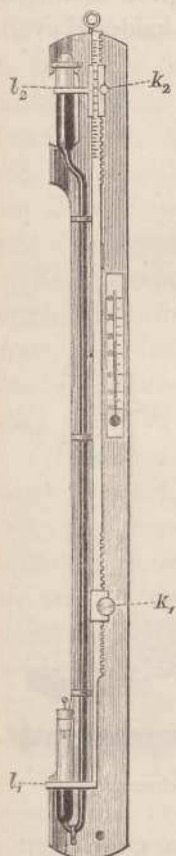


Fig. 227.

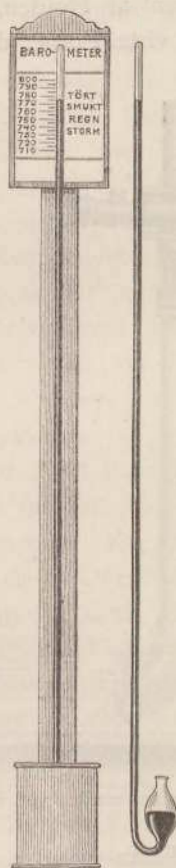


Fig. 228.

Da en Opvarmning udvider Kvægsølvet, vil den gøre det lettere; det samme Lufttryk vil derfor i Varmen drive Kvægsølvet op til en lidt større Højde end i Kulden. Man maa af den Grund kende Kvægsølvets Varmegrad, hvorfor der sidder et Termometer paa Brættet.

Det almindelige Kvægsølvstuebarometer ser ud som vist i Fig. 228. Til højre ses Røret skilt fra Brættet, som bærer det; det er altsaa et Hævertbarometer, hvis aabne Gren har en poseformig Udvidelse; denne er i det færdige Barometer skjult af en Kasse, som er hvælvet over den, og som beskytter den mod Støv og Stød. Kvægsølv-mængden er afpasset saaledes, at Overfladen stiller

sig midtvejs i Udvidelsen; denne er meget vid i Sammenligning med Røret, hvorfor det med blotte Øjne næppe kan ses paa Overfladens Højde, om der ved et forøget

Lufttryk drives Kvægsølv over derfra i den lukkede Gren, eller om ved aftagende Lufttryk det omvendte sker. Da saaledes den nederste Overflade kan regnes at være uforanderlig, behøver man kun at iagttage den øverste. De Tal, man ser paa den øverste Del af Brættet langs Røret, betegne Højden over den nederste Overflade. Tallene paa et Barometer betyde oftest enten franske Tommer eller Millimetre. 28 franske Tommer ere paa det nærmeste lig med 29 danske Tommer eller 758 Millimetre.

Vi have hidtil ikke talt om, hvad Indflydelse Rørets Vidde kan have paa Barometerstanden; man skulde vente, at den var uden Indflydelse; i det videre Rør bærer Lufttrykket en større Masse Kvægsølv, men Lufttrykket faar paa samme Tid en i Forhold dertil større Flade at virke paa, saa det gaar lige op. Stiller man flere Barometer-rør af forskellig Vidde op ved Siden af hverandre, kan man heller ikke se nogen nævneværdig Forskel paa Højden, saa længe Rørvidderne ere op mod en Centimeter eller mere. Derimod ville Rør, der ere væsentlig snævrere, vise des mindre Højde, jo snævrere de ere; hvis saaledes et vidt Barometer-rør viser 760 Millimetre, vil et Rør, der er 5 Millimetre vidt, kun vise 759.

Den lavere Stand i de snævrere Rør skyldes den saakaldte Haarrørsvirkning. Har man Kvægsølv i to forbundne, lige vide, lodrette Rør (Fig. 229), vil det staa lige højt i dem begge; er derimod det ene Rør snævert, det andet vidt (Fig. 230), vil Kvægsølvet staa lavest i det snævre; tillige vil man finde, at Overfladen i det snævre Rør topper sig opad; det synes, som om Glasset holder igen paa Kvægsølvet ved Siderne, mens Kvægsølvet søger at komme frem i Midten; hælder man mere Kvægsølv til i det vide Rør, ser man derfor ogsaa, at Kvægsølvet i det snævre Rør begynder med at toppe sig endnu mere end før, indtil det til sidst ligesom med et Ryk river sig

løs ved Siderne for ogsaa at stige der. Tager man noget Kvægsølv fra i det vide Rør, begynder Overfladen i det snævre med at synke i Midten, til den er bleven næsten helt flad, hvorefter den pludselig synker ogsaa ude ved Glasset; man kan ophæve denne Træghed i Kvægsølvets Bevægelse langs Glasset ved at ryste Glasrøret. De

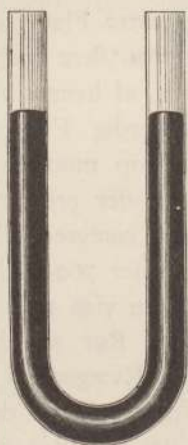


Fig. 229.

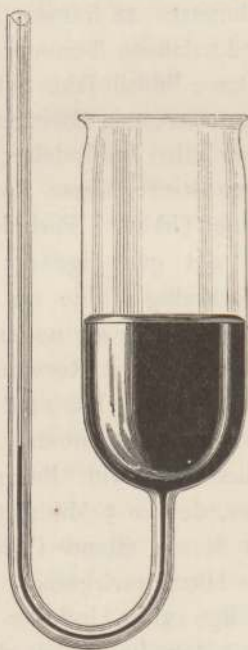


Fig. 230.

nævnte Virkninger træde des tydeligere frem, jo snævrere »Haarrøret« er. Var der nu ingen Haarrørvirkning i Barometret, da vilde det staa lige saa højt i det snævre som i det vide Barometer; men Haarrørvirkningen er der og vil volde en Nedtrykning af Kvægsølv, svarende til Rørvidden.

De almindelige Stuebarometre have snævre Rør, i Reglen kun paa 2—3 Millimetre; Vidden skal jo nemlig, som nævnt, være ringe mod Beholderens, og den vil man ikke gerne have meget stor, for ikke at gøre det hele for tungt og skørt. Til Husbrug er det nu heller ikke saa galt, at Haarrørsvirkningen er der; man har ikke Brug for at kende selve Barometerstanden meget nøje; det er jo som Vejrglas, Barometret tjener i Stuerne, og som saadant skal det først og fremmest sige, om der er Fald eller Stigen i Barometerstanden. Som bekendt finder man det ved at ryste smaat til Apparatet og se, om der derefter følger en op- eller nedadgaaende Bevægelse; oftest kan man ogsaa se det paa Overfladens Form: toppet Overflade betyder Stigen, en flad betyder Falden af Barometret. Alt dette er, som man let indser, en direkte Følge af den før omtalte Træghed ved Haarrørsvirkningen.

Et Kvægsølvbarometer er et meget paalideligt og paa en vis Maade ogsaa solidt Apparat; det kan taale en hel Del Stød og Rystelser; kun maa man ikke lægge det fladt ned eller, hvad der er værre, vende op og ned paa det; naar Barometrene sjælden blive gamle, før de skulle repareres, er det i Reglen Renlighedens Skyld. Ved Hovedrengøringen bliver Vejrglasset som andre Skilderier taget ned af Væggen og lagt hen paa Bordet, mens Væggene pudses; naar det saa igen skal op, vender og drejer man paa det, for at finde den rigtige Led at hænge det paa; efter en saaden Tur fejler det neppe, at Kvægsølvet i Røret er blevet forvandlet til en Perlerad, og fra nu af er Barometret kun til Lyst.

Skaden sker derved, at Kvægsølvet, naar Barometret lægges vandret, lægger sig i Siden af Beholderen og derved skilles fra Kvægsølvet i Røret (Fig. 231); ved en Rystelse kan et Par Draaber falde ud af Røret i Beholderen, og Luften

vil ikke være sen med at indtage deres Plads. Rejses Barometret op igen, lægger Kvægsølvet fra Beholderen sig over Luften og afspærrer den derved. Ved fortsat Manøvren kan Luftboblen slippe forbi Ombøjningen af Røret og arbejde sig videre op i dette, og nye Bobler kunne trænge ind. En enkelt Luftboble vil allerede gøre Barometret misvisende, fordi den afbryder Forbindelsen mellem Kvægsølvet i Beholderen og i Røret; er der flere af dem, trykke de Kvægsølvet helt op i den lukkede Gren, og Barometret viser nu slet ingenting.

Aneroidbarometret. Da Kvægsølvbarometret nødvendigvis maa være henved 1 Meter langt, og da det maa

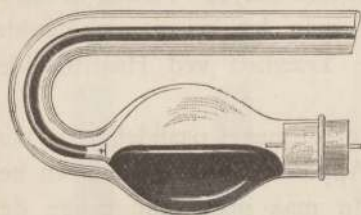


Fig. 231.

behandles varsomt, er det, som ovenfor nævnt, ikke vel egnet til Stuebrug, og det er besværligt at føre det med sig paa Rejser. Man har vel indrettet et Rejsebarometer (Fortin's), hvor Kvægsølvet kan saa at sige skrues fast, saa det er hindret i at skvulpe

under Transporten, hvorfor der uden Skade kan vendes op og ned paa det; men en nem lille Ting bliver Kvægsølvbarometret dog aldrig; det kan derimod Aneroidbarometret siges at være.

Begge Slags Barometre have det lufttomme Rum fælles, men ellers er der ingen Lighed imellem dem. Aneroidbarometrets vigtigste Del er en lufttom Kapsel eller Daase af Metal; Kapselens Laag og Bund ere dannede hver af en tynd, spændig Metalplade, i hvilken man har presset ringformige Bølger, for at gøre den bøjelig (Fig. 232). Disse Plader ville med stor Kraft trykkes hver fra sin Side indad mod det tomme Rum af det ydre Lufttryk.

Er Kapselen saaledes 3 Tommer i Tværmaal, vil dens Flade være omtrent 7 Kvadrattommer og Luften vil altsaa give 7×14 eller næsten 100 Punds Tryk paa den, baade fra oven og fra neden.

Pladerne ville bøjes meget kendeligt under dette Tryk, og man maa trække med henved 100 Punds Kraft til hver Side i dem, for at holde dem fra hinanden. En saadan luft-

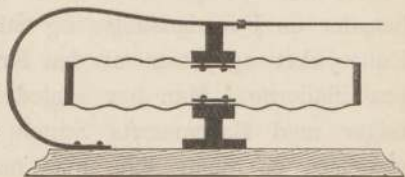


Fig. 232. Kapsel til Aneroidbarometret.

tom Kapsel sidder inde i Aneroidbarometret. Den ene Bølgeplade er med sin Midte fæstet til Barometerkassens

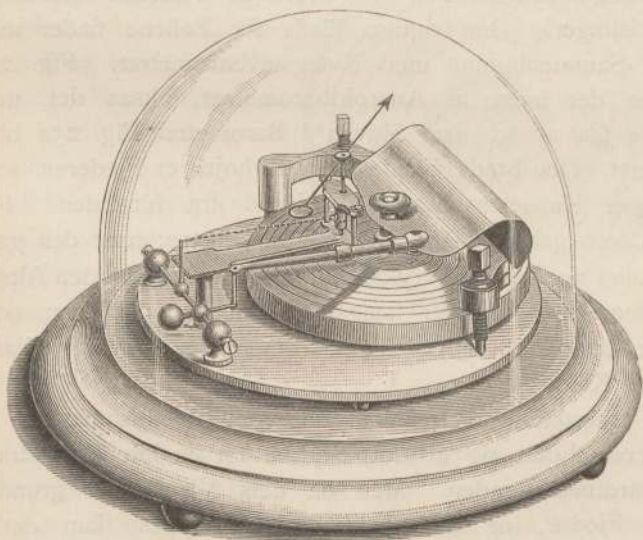


Fig. 233. Aneroidbarometrets Indretning.

Bagvæg; den anden er paa samme Maade fæstet til den fri Ende af en meget stiv Fjeder, der spænder udad og saaledes søger at spile de to Plader fra hinanden mod

Lufttrykkets modsatte Virkning. Ser man nøje til, vil man kunne se, at Fjederen løfter sig lidt, hver Gang Kvægsølvbarometret falder, og trykkes lidt nedad, naar det stiger, hvad der jo let forstaas, naar det huskes, at Faldet betyder en Formindskelse og Stigningen en Forøgelse af Lufttrykket og altsaa af den Kraft, der trykker sammen paa Pladerne. Man har saaledes her en Bevægelse, der følger med Barometrets Stigen og Fald, men da Bevægelsen er meget lille, maa man ved Vægtstænger forstørre den for at gøre den tilstrækkelig tydelig; ved en fin Kæde, der er viklet om en Valse, føres Bevægelsen over paa en til Valsen fæstet Viser, der peger paa en Gradbue; paa denne staar der Tal, som betyde de Højder i Kvægsølvbarometret, der svare til Viserens forskellige Inddelinger. Den rigtige Plads for Tallene finder man ved Sammenligning med Kvægsølvbarometret. Fig. 233 viser det indre af Aneroidbarometret, altsaa det, man vilde faa at se, naar Skiven i Barometret Fig. 234 blev fjernet. Den brede, buede Plade til højre er Fjederen, som tvinger Kapselens Laag og Bund fra hinanden. Fra Fjederen gaar en lang Arm ud til venstre; naar den gaar op eller ned ved Lufttryksforandringerne, drejer den Aksen mellem de to Kugler længst til venstre. En Arm, som gaar opad fra denne Akse, drejer Viseren ved Hjælp af en Kæde.

Aneroidbarometret kan gøres meget følsomt, saa at Viseren flytter sig et stort Stykke for en lille Forandring i Barometerstanden. Men da dets Visning er grundet paa Fjedre, og da Fjedre kunne slappes, kan det i Tidens Løb blive misvisende. Det har derfor i Bagvæggen en Stilleskrue, hvorved man kan flytte paa Viseren. Faar man Lejlighed til at sammenligne sit Barometer med et rigtig visende, kan man altsaa stille det derefter, ligesom man stiller et Ur. I København kan

man faa denne Sammenligning udført ved at skrive op, hvad ens Barometer viser Kl. 8 om Morgen; til den Tid maaler nemlig det meteorologiske Institut Barometerstanden. Den finder man trykt i Aftenavisen, og man kan saaledes finde og rette Misvisningen i sit Barometer. Dog maa man, hvis man tager det nøje, huske paa, at Instituttets Barometerstand gælder ved Havets Overflade. Paa fjerde Sal i et Hus paa Frederiksberg er man maaske hundrede Fod over Havet, og der vil Barometret vise en næsten 3 Millimetre lavere Stand end ved Havfladen; den Forskel, som svarer til Højden over Havet, skal man først trække fra Instituttets Barometerstand, før man sammenligner Tallene.

Foruden den Viser, som flytter sig ved Lufttryksforandringer, er der gerne tillige en anden, der sidder i Dækglasset; den sidder fast, naar man

ikke rører den, men den kan drejes med Haanden ved en Knap, der sidder udvendig paa Glasset. Har man aflæst Barometerstanden, drejer man den faste Viser hen, til den dækker den bevægelige, saa kan man bagefter se, om Barometret er steget eller faldet siden sidst. Man faar endvidere tillige den Vane at banke med en Negl paa Barometret, lige efter at man har stillet den faste Viser ind; derved vil man i Reglen se den bevægelige gaa et lille Stykke til højre eller venstre for den faste og kan

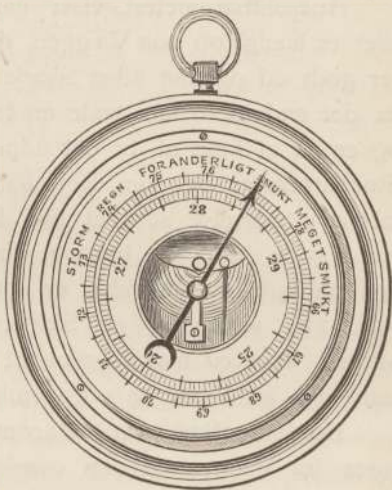


Fig. 234. Aneroidbarometer.

saaledes ligesom ved Kvægsølvbarometret se, om Barometret er i Færd med at stige eller falde. I sidstnævnte Barometer er det Haarrørvirkningens Træghed, der er Skyld i, at der følger et lille Spring efter en Rystelse; her er det Gnidningsmodstanden, der gør det; den vil holde lidt igen paa Viseren, hvis denne er i Færd med at gaa enten til højre eller til venstre. Rystningen ophæver denne Modstand og gør, at Viseren tager det manglende Stykke Vej i et lille Spring.

Aneroidbarometret viser ens, enten det ligger ned eller er hængt op paa Væggen, det har en handlelig Form, ser godt ud og kan uden Skade lægges i enhver Stilling; da det endvidere kan taale en temmelig ublid Behandling og er let at læse af, er det udmærket skikket baade som Stuebarometer og som Rejsebarometer. Man har Barometre i Størrelse som et lille Lommeur, men skulle de være gode, maa de ligesom Urene ikke være for smaa; den almindelige Størrelse er som en Underkops. Det i Fig. 234 viste har en Skive, der er gennembrudt i Midten, hvorved man faar noget af Kapselen og Fjederen samt den fra Fjederen udgaaende Arm at se.

Højdemaaling ved Barometret. Lufttrykket hidrører fra Vægten af den overliggende Luftmasse. Gaar man til Vejs, faar man en mindre Mængde Luft over sig; derfor maa Lufttrykket blive mindre, Barometret maa falde, naar man gaar opad med det. Som før nævnt, vil Barometret i 100 Fods Højde vise omtrent 3 Millimetre lavere end ved Havets Overflade; man kan derfor med Lethed se Forandringen, naar man med et almindeligt Aneroidbarometer gaar op ad Trappen i et højt Hus eller bestiger en Bakke. Af den Grund er Barometret blevet et vigtigt Redskab ved Bjergbestigninger og ved Luftfarter i Ballon, fordi man ved at følge dets Falden kan afgøre, hvor højt man er stegen. Ved Ballonfarter er

det det eneste Middel, man har til at bedømme sin Højde med.

Nedenstaaende Tabel er beregnet saaledes, at den viser, hvor højt man efterhaanden skal stige, for at Barometret hver Gang skal falde 40 Millimetre (omtrent $1\frac{1}{2}$ Tomme).

Barometerstand 760 Millim.	Højde over Havet o Fod	Stigning o Fod
720 —	1400 —	1400 —
680 —	2900 —	1500 —
640 —	4500 —	1600 —
600 —	6300 —	1800 —
560 —	8100 —	1800 —
520 —	10 000 —	1900 —
480 —	12 000 —	1900 —
440 —	14 000 —	2000 —
400 —	17 000 —	3000 —
360 —	20 000 —	3000 —

Det vil af Tabellen ses, at man under en Stigning til den store Højde af 20 000 Fod i Begyndelsen maa stige omtrent 1500 Fod for at faa Barometret til at falde 40 Millimetre; men ved Slutningen skal der den dobbelte Stigning til, nemlig 3000 Fod. Dette forstaas, naar man husker, at Luftens Vægtfylde aftager opefter samtidig med Trykket; medens 1 Liter af Luften ved Havets Overflade vejer omtrent $1\frac{1}{3}$ Gram, vil den i 20 000 Fods Højde kun veje henved det halve.

Man har i de senere Aar begyndt at udsende mindre Balloner, som ikke medføre Mennesker, men derimod selvskrivende meteorologiske Instrumenter, særlig Termometer og Barometer, som hver for sig ere indrettede til at skrive paa et Papir, der er viklet om en Valse; denne drives af et medfølgende Urværk. En saadan Ballon vil hurtigt stige til en stor Højde og føres af Sted af den Vind, der blæser der; efterhaanden taber den Gassen og daler, for til sidst

at falde ned og muligvis blive funden af Folk, der have Forstand og Villie til igen at skaffe Afsenderen den i Hænde. Paa de nævnte Valser vil denne da finde opskrevet, hvad Varmegrad og Lufttryk har været til ethvert Klokkeslæt under Farten; efter hvad før blev sagt, kan man af Lufttrykket endvidere slutte, hvor højt Ballonen har været til ethvert Klokkeslæt, og følgelig faar man at vide, hvad Varmegrad der har hersket i de forskellige Højder, som Ballonen kom igennem. En saadan Ballon, der

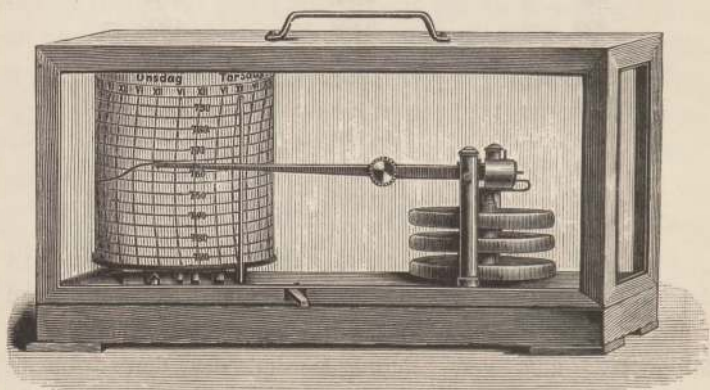


Fig. 235. Selvskrivende Barometer.

sendtes op d. 18. Februar 1897 i Frankrig, havde, efter hvad Barometer og Urværk bagefter viste, naaet 15500 Meter eller næsten 2 Mils Højde i Løbet af $1\frac{1}{4}$ Time.

Aneroidbarometret er vel egnet til at blive selvskrivende, idet man nemt kan indrette Fjedren, der holder Lufttrykket i Ligevægt, til at føre den Stift eller Pen, der skriver. Et selvskrivende Aneroidbarometer ser ud som vist i hosstaaende Tegning. Til højre ses 3 over hverandre anbragte lufttomme Kapsler; de virke paa den korte Arm af en Vægtstang, hvis lange Arm bærer

Pennen. Valsen trækkes af et Urværk en Gang rundt i en Uge. Urværket sidder inden i Valsen.

Barometret som Vejrglas. Naar man iagttager Barometerstanden til samme Tid paa forskellige Steder, vil man næsten altid finde den forskellig; saaledes viste Barometret den 13. Oktb. 1897 Kl. 8 Morgen:

Skagen	Randers	København	Bogø
743	747	749	751 Millim.

Naar der er saadanne Trykforskelle i Atmosfæren, kan denne ikke være i Ro; der maa opstaa Vinde, som i Hovedsagen ville blæse fra Steder med større til Steder med mindre Tryk. Falder Barometret af en eller anden Grund paa et Sted, saa at der er større Lufttryk rundt om til alle Sider end paa Stedet selv, da har man der et saakaldet Minimum. Til dette vil Luften nu sætte sig i Bevægelse fra alle Sider, hvorfor man kunde vente, at Ligevægten snart vilde blive oprettet, idet de tilstrømmende Luftmasser vilde udjævne Trykforskellen. Her kommer imidlertid Jordens Omdrejning om sin Akse og hindrer Fredens Genoprettelse. Denne Akseomdrejning gør nemlig, at de tilstrømmende Luftmasser ikke blive ved at styre lige løs mod Minimet. Paa den nordlige Halvkugle bøje de alle af til højre derfor (det er modsat paa den sydlige) og ville derfor snart danne en omkring Minimet i Spiral kredsende Vind, saa at hver Luftdel faar en meget lang Vej at løbe, inden den naar ind til Midten. Der dannes en stor Hvirvelvind, der paa den nordlige Halvkugle gaar rundt modsat Viserne paa et Ur.

Saadanne Barometerminima dannes i stort Antal over Atlanterhavet og vandre mod Øst hen over det nordlige Europa; Danmark faar sin rigelige Del af dem. De kunne opstaa, naar der over en Egn findes varm, fugtig Luft, som af en eller anden Grund, maaske f. Eks. ved at

komme i Berøring med en kold Havstrøm, afkøles, saa at Vanddampen fortættes og falder ned som Regn. Nu var Vanddampen en Del af Atmosfæren og gav følgelig sit Bidrag til Trykket; dette formindskes derfor, naar Dampen fortættes, Minimet er dannet, og den kredsende Luftstrøm følger efter. Paa Minimets Østside vil opstaa sydlige Vinde (se Kortene Fig. 236 og Fig. 237), som i Reglen føre varm og ofte fugtig Luft med sig; ved at komme Nord paa vil denne Luft afkøles og vil ofte give Regn; af begge Grunde vil Luftens Tryk aftage. Derimod vil Trykket paa Vestsiden ofte vokse, fordi der findes nordlige Vinde, der ere kolde og af den Grund kun føre ringe Dampmængde med sig; jo koldere Luften er, des mindre Vanddamp kan den nemlig optage i sig.

Idet saaledes Trykket vokser paa Vestsiden og aftager paa Østsiden, vil Minimet forskydes Øst paa, som det før blev nævnt; de Egne, hen over hvilke det gaar, ville mærke dets Komme ved sydlig Vind og faldende Barometer, ofte med Regn. Fortsætter det sin Gang, som et ret Minimum skal, vil man bagefter blive lønnet med stigende Barometer og opklarende Vejr. Men bliver det af en eller anden Grund staaende stille, eller bøjer det af mod Syd eller Nord, inden det gode Vejr er kommet, og efterfølges det tilmed af et nyt Minimum, saa kan det daarlige Vejr holde længe ved, trods de enkelte Tilløb til Stigning, som Barometret viser. Man vil heraf se Grunden til, at Barometrets Fald ofte bebuder uroligt Vejr. Tillige vil man forstaa, at et lavt Barometer, selv om det er roligt, heller ikke tyder paa noget godt; det lader nemlig formode, at man har noget med et Minimum at skaffe.

Naar Barometret staar højere paa et Sted end paa de omkringliggende, er der et Maksimum; Luften vil strømme ud derfra til alle Sider og vil ogsaa nu bøje af til højre.

Da Virkningen i Modsætning til, hvad der gjaldt et Minimum, stadig breder sig over større Flader, fører det kun svag Vind med sig; i det hele udjævnes et Maksimum under rolige Forhold og er i Reglen ledsaget af tør og klar Luft.

Det er, som man ser, ikke helt uden Grund, at man paa Stuebarometre sætter den bekendte Vejropaaskrift (Fig. 228); man maa kun ikke tillægge den for stor Betydning; hvad Vejr man faar paa et enkelt Sted, kommer ikke alene an paa, hvad Barometret viser der; det har med Barometrene i vide Omkredse at gøre. Endelig blæser jo Vejret, hvorhen det vil, mangen Gang til Trods for alle Barometre.

Vejrkort. Vi skulle slutte Omtalen af Vejrglasset med en Beskrivelse af Forholdene under en stærk Storm, som blæste over Dele af det nordlige Europa og da særlig over Danmark d. 20. og 21. Oktober 1880, idet vi benytte en med Vejrkort ledsaget Beskrivelse, som det danske meteorologiske Institut gav deraf i sin Maanedsoversigt over Vejrforholdene i Oktober 1880. Et Vejrkort er et Landkort, som viser saa meget som muligt af Vejrforholdene, saaledes som de vare til et bestemt Tidspunkt over hele det Landomraade, der er fremstillet ved Kortet. Man er i Stand til at tegne saadanne Kort, fordi man er bleven enig om, paa en Mængde forskellige Stationer at iagttage de forskellige meteorologiske Instrumenter: Barometer, Termometer, Vejrføj, Vindstyrkemaalere o. s. v. samt Vejrets Art overalt til samme Klokkeslæt. Iagttagelserne telegraferes straks til enkelte Hovedstationer, hvor man derfor kan danne sig et Overblik over Forholdene, som de vare til det nævnte Klokkeslæt, og hvor Dagens Vejrkort dernæst bliver fremstillet.

Efter Barometeriagttagelserne tegner man de saakaldte Isobarer, d. v. s. Linier, som føre over alle de Steder,

der havde samme Barometerstand. Dernæst tegnes for hver Station en Pil, der viser Vindens Retning. Pile-spidsen betegner Stationens Plads; der afsættes kun Fane til den ene Side, Ribbernes Antal give Vindens Styrke: 1 Ribbe betyder svag Vind, 6 Ribber betyde Orkan;

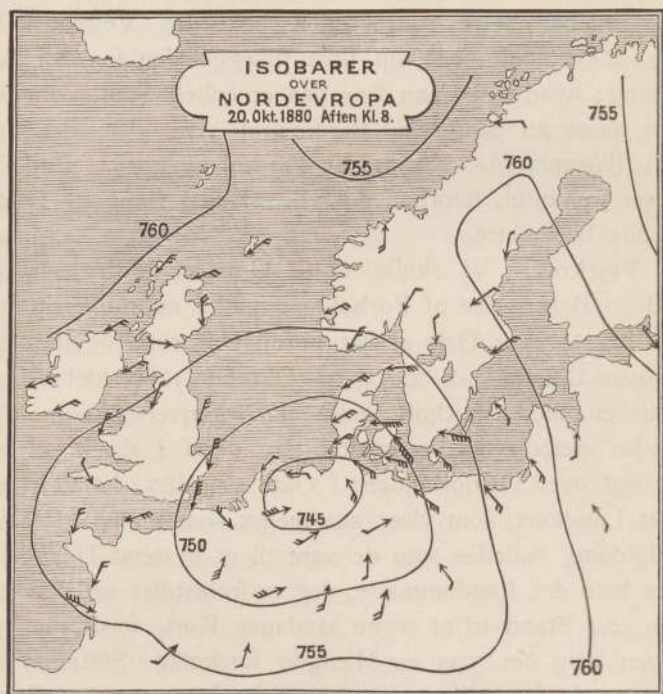


Fig. 236.

Varmegraden opføres ved hver Station; Vindstille, Regn og Sne have hver sin Betegnelse. Paa de to Kort (Fig. 236 og 237) er der tegnet Isobarer, som afgrænse Egne, hvor der var en Forskel paa 5 Millimetre i Barometerstanden. Hver Isobar havde den Barometerstand, som er paaskrevet den paa Kortet. Kortene gælde for de to før nævnte Stormdage 20. Oktober Aften og 21. Oktober Morgen

1880 og ere gengivne efter Institutets Maanedsoversigt; dog er for Tydeligheds Skyld kun Isobarerne og Pilene medtagne.

Det vil ses, at Kortene vise et Minimum, hvis Centrum om Natten har flyttet sig fra Bremens Omegn til

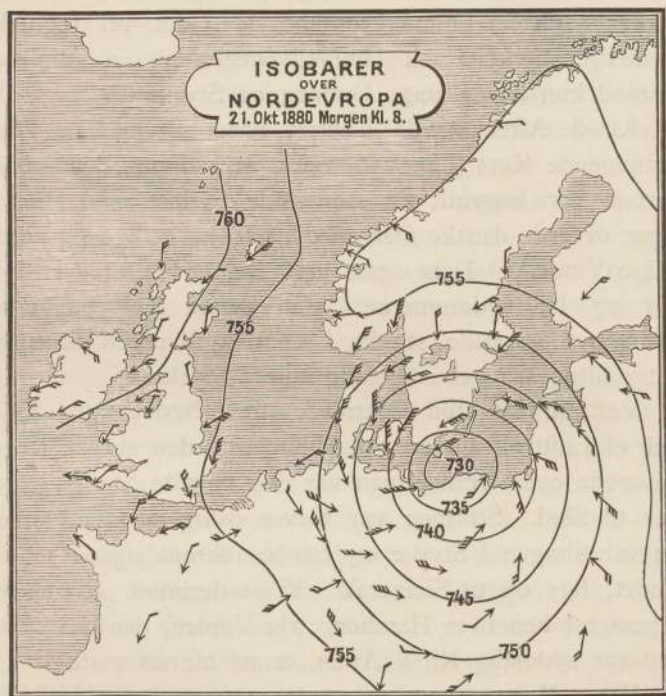


Fig. 237.

Syd for Bornholm. Ved at iagttage Pilene vil man endvidere se, hvorledes Vinden i Overensstemmelse med, hvad før blev sagt, dels kredser omkring Stedet med det laveste Tryk, dels er rettet noget ind imod dette Sted.

Da de paa Kortene fremstillede Forhold meget udpræget vise, hvad et Minimum eller Stormcentrum, som Minimum kaldes, naar det medfører Storm, kan føre med

sig, skal den Skildring af Vejrforholdenes Udvikling, som Institutet gav i sin Maanedsoversigt, meddeles her.

»Natten mellem den 19. og 20. Oktober trængte et temmelig ubetydeligt Barometerminimum fra Atlanterhavet ind over Nordfrankrig og fortsatte i Løbet af den 20. sin Vej mod Øst hen over Frankrig og Belgien, dog uden at vække synderlig Opmærksomhed, idet det vel regnede temmelig stærkt, men Hvirvelbevægelsen om Minimet derimod kun havde ringe Omfang og Styrke.

Kl. 8 Aften havde Centret naaet Bremen, og det medfølgende Kort (Fig. 236) viser, at der paa denne Tid allerede var begyndt en stormende Sydost med stærke Byger over de danske Øer, medens friske østlige og nord-østlige Vinde, til Dels ogsaa med Regn, blæste over Jylland og Hertugdømmerne. Paa denne Tid begyndte Barometret at falde stærkt i Centret, hvorved Stormen hurtig tiltog saa vel i Omfang som i Styrke.

Ved Midnat stod Centret omtrent Sydvest for Kiel, med et Lufttryk under 735 Millimetre; den stærke Regn vedvarede over Øerne, men var dog enkelte Steder gaaet over til Slud. Stormen var bleven østligere over Øerne; den var tiltagen i Styrke og havde udbredt sig over hele Landet, lige op til Skagerak. Vi se derimod, at Centret er passeret hen over Hamborg; thi Vinden, der paa dette Sted var sydøstlig Kl. 8 Aften, er nu bleven vestlig.

Kl. 4 Morgen havde Centret omtrent naaet Lolland, og Barometret var da faldet under 730 Millimetre; Slud og Regn faldt stadig i stærke Byger, og en voldsom Nordoststorm herskede over hele Danmark, drejende til Nord over Hertugdømmerne, til Nordvest og Vest over Nordtyskland, medens Vinden endnu var sydlig paa Bornholm.

Kl. 8 Morgen træffe vi Centrum ved Bornholm; Danmark ligger helt paa Hvirvelstormens Bagside, og en

stærk Nordost-, Nord- og til Dels Nordveststorm hersker derfor over Landet, navnlig er Stormen meget haard fra Nord over Øerne og ledsages af Snebyger, idet Temperaturen er sunken næsten til Frysepunktet. Paa medfølgende Europakort (Fig. 237) ses Luftens hvirvlende Bevægelse over Centret meget tydelig: Stormen er vestlig til sydvestlig over Nordtyskland, sydlig til sydøstlig i Vestrusland, østlig til nordøstlig i Sydsverrig, endelig nordlig til nordvestlig over Danmark og Vesttyskland. Hvirvlens Diameter er omtrent 200 Mil, men stærk Storm hersker egentlig kun paa dens Bagside.

Den 21. om Aftenen passerede Centret Syd for Riga, og d. 22. om Morgen Kl. 8 stod det ved Wologda i det indre Rusland. Lufttrykket var da under 725 Millimetre i Hvirvlens Midte, og Diametren var vokset til over 300 Mil.

Det mærkelige ved denne Stormhvirvels Gang hen over Nordeuropa var for det første den Hurtighed, hvormed den bevægede sig mod Øst; fra den 20. om Morgen til den 21. om Morgen tilbagelagde den 170 Mil og i det paafølgende Døgn endogsaa 200 Mil, hvilket svarer til en Hastighed af henholdsvis 16 Meter og 19 Meter i Sekunden, medens den sædvanlige Hastighed for Stormcentre over Nordeuropa kun er 7 Meter i Sekundet. For det andet, at den fra en meget svag Begyndelse ved Atlanterhavskysten, under sin Gang østover, efterhaanden tiltog saaledes i Kraft og Omfang, at Barometret sluttelig den 22. om Morgen var sunket til henved 720 Millimetre i Centret, medens Luftens hvirvlende Bevægelse omfattede hele det europæiske Rusland; det sædvanlige er nemlig, at de atmosfæriske Forstyrrelser ere stærkest udviklede i Vesteuropa og efterhaanden tabe sig paa deres Vej mod Øst hen over Europa. For det tredie, at medens Stormcentret bevægede sig over Østersøen, var

Østenstormen paa Hvirvlens nordlige Side betydelig stærkere end Vestenstormen paa dens sydlige Side, medens i Almindelighed det modsatte Forhold finder Sted.»

Efter at det dernæst er meddelt, hvad man iagttog om Uvejret fra forskellige Skibe, der vare til Søs, siges der:

»De Stationer, som Centret umiddelbart passerede henover, angive, at der forud for dette gik sydlige Vinde med ringe Styrke, at der under selve Centrets Passage herskede flove, omløbende Vinde, næsten Stille, og at dernæst Nordoststormen pludselig brød løs med voldsom Kraft. Fra Louisehøj paa Lollands Sydkyst omtales saaledes, at der Kl. 4½ i stille, stjerneklart Vejr pludselig hørtes en stærk Lyd ligesom Torden i nogen Afstand, hvorpaa Himlen meget hurtig blev overtrukken af sorte Skyer, Sne og Hagl styrtede ned, og Stormen buldrede løs med en saadan Kraft, at to store Pyramidepopler væltede over paa Hovedbygningens Tag, og at Taget paa Staldbygningen hævedes, hvorved Gavlen blæste ned.»

Dette, at der er svage, ustadige Vinde med klar Himmel i selve Stormcentret, er en almindelig Regel ogsaa for Cyklonerne under Troperne, der ere Stormhvirvler af en Styrke, man ikke kender under vore Breddegrader. Cyklonen er dækket af en sort Sky, der har en Aabning i Midten, hvorigennem Solen skinner, og under hvilken det er stille Vejr men ikke stille Sø, hvis Cyklonen dannes over Havet. Stormen uden om Centrum sender nemlig Søer fra alle Sider ind mod dette. Herved dannes en for Skibene farlig krap Søgang, der er saa meget værre for Sejlskibe, som disse paa Grund af den svage Vind ikke kunne faa Fart til at give Styring og Stivhed mod Søerne.

TERMOMETRET.

Et Termometer er en Indretning, som viser, hvor varm den selv er; om den tillige viser, hvor varme Omgivelserne ere, det afhænger af, hvordan den bruges. Et Termometer, som viser 30 Grader ved at hænge i roligt Vejr, udsat for Solen, kan falde ned til 15° , naar det svinges hurtig rundt; det vil være omvendt, hvis det hænges ud i det fri en stjerneklar Nat; da vil det stige ved at svinges rundt. Er Termometret i Orden, vil det hver Gang rigtig nok vise sin egen Varmegrad, men det viser kun Luftens Varmegrad, naar den ved den hurtige Bevægelse faar Lejlighed til at meddele sig til Termometret. Denne Omstændighed er der Grund til at nævne først ved Omtalen af Termometret, da man altid bør have den i Tanker, naar man bryder sig om at faa rigtige Resultater ved Brugen af Apparatet.

Det almindelige Stuetermometer med Gradestok af Træ ses i Fig. 238. Det bestaar af et snævert Glasrør med tykke Vægge, som forneden munder ud i en lukket Glasbeholder, der i Reglen har Kugleformen. Foroven er Røret lukket ved Tilsmeltning, og Enden af det er tilspidset og bøjet indad, saa det danner en lille Hage, der

sidder i et dertil boret Hul i den Træplade, som bærer Termometerrøret. I øvrigt fastholdes Røret ved et Par Metalbøjler.

Røret og Kuglen indeholder en Vædske, der sædvanlig enten er Kvægsølv eller Sprit. Da Kvægsølv er uigennemsigtigt, ses det let nok imod det gennemsigtige Glas; derimod maa man farve Spritten, for at den skal træde tydelig nok frem. Kuglen er helt fyldt med Vædsken, medens Røret kun er fyldt fra neden og et Stykke op.



Fig. 238.

I Brættet er der sædvanlig skaaret et rundt Hul omkring Kuglen, saa denne sidder frit; derved faar Luften fri Adgang til at meddele den sin Varmegrad. Langs Termometerrøret er der afsat Delestreger med Tal; et Sted staar der Nul, og derfra gaa Tallene opefter, sædvanlig til 40, og nedefter til 10 eller noget mere. Foroven har Brættet en Øsken til Op-hængningen.

Kvægsølvtermometret. Naar Termometerkuglen varmes op, stiger Vædsken i Røret, fordi Vædsken i Kuglen udvider sig og saaledes ikke længer kan faa Plads deri; Overskuddet drives op i Røret. Ganske vist udvider Glasset, hvoraf Kuglen er dannet, sig ogsaa, saa at denne faar større Diameter og derfor ogsaa større Rumfang i varm end i kold Tilstand, men Vædsken udvider sig meget stærkere. Er Kuglens Tværmaal 10 Millimetre, da er dens Rumfang omtrent 500 Kubikmillimetre. Lad det være dens Rumfang, naar den staar nedsat i Tøsne; bringes den ned i kogende Vand, vil den udvide sig saa meget, at den rummer henved $1\frac{1}{3}$ Kubikmillimeter mere; det er altsaa Glassets Udvidelse ved en Opvarmning fra Vandets Frysepunkt til dets Kogepunkt.

Kvægsølvets Udvidelse er omtrent 7 Gange saa stor; 500 Kubikmillimetre udvide sig nemlig omtrent 9 Kubikmillimetre. Deraf kan man slutte, at hvis Glaskuglen netop er fyldt med Kvægsølv, naar den staar i Sne, maa der drives $7\frac{2}{3}$ Kubikmillimeter Kvægsølv ud af den, naar den og Kvægsølvet opvarmes til Kogepunktet. Thi den sidste faar sit Rum forøget til 509, og Glaskuglen kan heraf kun rumme $501\frac{1}{3}$; Forskellen, $7\frac{2}{3}$ Kubikmillimetre, maa ved Opvarmningen drives ud, d. v. s. op i Røret, der er den eneste Udgang fra Kuglen.

Med en Kugle paa 10 Millimeter, fyldt med Kvægsølv, har man altsaa $7\frac{2}{3}$ Kubikmillimetre til at fylde Graderne mellem Frysepunktet og Kogepunktet ud med. Hvor lange disse Grader blive, vil komme an paa Rørets Vidde; jo snævrere det tages, desto længere blive Graderne. Et meget snævert Rør bliver det dog i alle Tilfælde, saa snævert, at den tynde Traad af Kvægsølv deri kan være vanskelig nok at se. Man bøder herpaa ved at gøre Lysningen i Røret flad i Stedet for rund; brækker man et Termometerrør over, ser Brudfladen derfor ud, som Fig. 239 viser i forstørret Maalestok; 1 er Gennemsnit af den flade Lysning. I Bagsiden af Røret, som er dannet af klart Glas, er der indsmeltet en Strimmel af Mælkeglas. Dette afgiver en god Baggrund for Iagttagelsen af det Kvægsølvbaand, der fylder Lysningen; Baandet, som ses meget tydeligt forfra paa Grund af Kvægsølvets Uigennemsigtighed, er saa tyndt, at man knap nok kan opdage det, naar man ser paa Røret fra Siden.



Fig. 239. Forstørret
Tværsnit af et Ter-
mometerrør.

Graderne paa et Termometer kan man naturligvis af-sætte efter et andet Termometer, som man har Grund til

at stole paa. Men da intet Termometer er fejlfrit, er det det sikreste at inddele hvert nyt uafhængigt af de tidligere. Der er to Punkter paa Termometret, som man altid med stor Sikkerhed kan afsætte, det er Frysepunktet

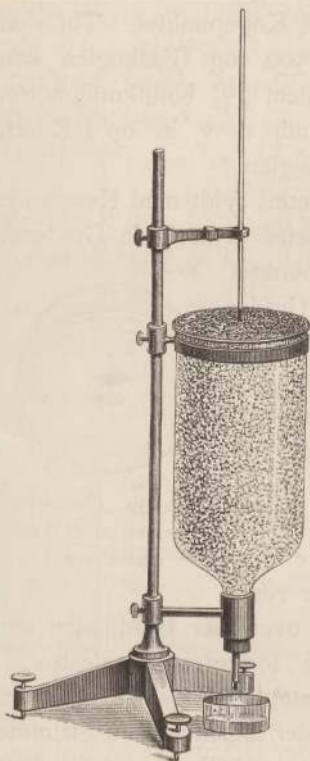


Fig 240. Frysepunktet findes.

og Kogepunktet. Det første kan man finde, naar man har ren Sne eller Is; har man Is, omdanner man den til Sne ved at knuse den eller bedre skrabe Spaaner af den med en skarp, stiv Kniv. Man fylder en Beholder med Sneen, væder den med noget rent Vand og nedsætter Termometerrøret deri (Fig. 240). Det gælder om, at Kuglen hele Tiden er tæt omgivet til alle Sider af Sneen; derfor maa den ikke sættes til Bunds i Beholderen, og man maa trykke Sneen fast om den. Kvægsølvet vil begynde med at falde hurtigt, men det gaar snart langsommere, og man maa ikke slutte, før man er helt sikker paa, at det holder sig fuldstændig rolig. Naar det er Tilfældet, sætter man et Mærke paa Glasrøret,

der, hvor Kvægsølvet standser. Vandet, som dannes ved Isens Smeltning, maa helst have Afløb, som det er vist i Figuren. Meteorologisk Institut har anbefalet at prøve et Termometers Frysepunkt paa følgende Maade: Man knuger en Snebold omkring Termometrets Kugle og lægger derpaa det hele ind i en varm Stue. Efter $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{2}$ Times

Førløb vil Termometret blive staaende ved en bestemt Stand, der vil være det rigtige Frysepunkt.

Frysepunktet kaldes ogsaa ofte Tøpunktet; skønt Frost og Tø ere Modsætninger, ere begge Navne dog lige gode, thi den Varmegrad, hvorved Vandet kan begynde at fryse, er den samme, ved hvilken Isen kan begynde at tø; Nulpunktet er det Punkt, hvor Frost og Tø mødes.

Kogepunktet faar man ved at nedsætte Termometerørret i en Kedel med Kuglen tæt over Vandfladen og derefter bringe Vandet i livlig Kog. Termometret vil da stige hurtig og vil snart vise en uforanderlig Stand, som man afmærker paa Røret, og derefter ser man efter paa et Barometer, hvad Stand det viser, hvorfor, skulle vi snart se. Enhver Kedel er dog ikke lige god til dette Brug; man maa undgaa, at der kommer Luft udefra ind til Dampen, da den vilde afkøle Termometret; derfor maa Dampen kun have en lille Aabning

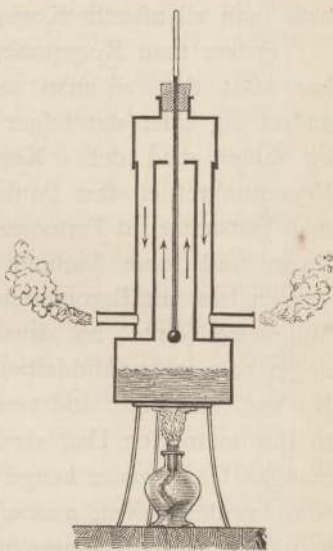


Fig. 241. Kogepunktet findes.

at strømme ud igennem; Kedelvæggene køles fra uden, og derved kunde der ogsaa komme nogen Afkøling til Termometret; derfor bruger man, naar det skal være rigtig godt, en Kedel, der har dobbelte Vægge over Vandfladen, saaledes at Dampen strømmer fra det indre Rum, hvor Termometret sidder, ud gennem Mellemrummet (Fig. 241). Sætter man Termometret ned i selve det kogende Vand, faar det ikke nogen uforanderlig Stand; man ser Kvægsølvstet snart stige og snart falde; Forandringerne ere dog

kun smaa. Indeholder Vandet faste Bestanddele opløste, og det er Tilfældet med alt Vand, som findes i Jorden, da vil Termometret vise noget højere i Vandet, end det viser i Dampen, og det vil vise forskelligt efter Vandets større eller mindre Renhed; derimod er Dampens Varmegrad næsten uafhængig af Vandets Renhedsgrad. Der er saaledes Grunde nok til at bruge Dampen fra det kogende Vand og ikke Vandet selv til at varme Termometret med, naar man vil afsætte Kogepunktet.

Prøver man Kogepunktet f. Eks. Dagen efter, at man har afsat det, vil man sædvanlig finde, at det har forandret sig lidt; det følger nemlig med Barometret, stiger og falder med det. Kogepunktet er derfor ikke som Frysepunktet et fast Punkt; det bliver først dertil, naar man fastsætter, at Termometrets Kogepunkt skal være den Varmegrad, som Dampen fra det kogende Vand viser ved en bestemt Barometerstand; man har dertil valgt 760 Millimetre (omtr. 29 danske Tommer, 28 franske), der noget nær er den Middelhøjde, hvorom Barometret svinger. Nu kan man ikke altid vente med at afsætte Kogepunktet, til Barometret en Dag viser 760 Millimetre; det kan man mangel Gang vente længe paa; men derfor er det, man, som ovenfor nævnt, maa aflæse Barometret, straks efter at man har afsat Kogepunktet; i fysiske Tabelværker kan man finde, hvor stor Misvisningen er ved de forskellige Barometerstande. Nedenfor findes nogle Kogepunkter opførte. R. T. betyder Réaumurs Termometer, C. T. Celsius.

R. T. viser	79°	79½°	80°	80½°	81°	
naar Barometer viser	726½	743	760	777½	785	Millim.
C. T. viser	98½°	99°	99½°	100°	100½°	101°
naar Barometer viser	720	733	746½	760	773½	787½ Millim.

Ved disse Tal kan man, naar man har et rigtigt visende Barometer, prøve et Termometers Kogepunkt til-

strækkelig nøjagtig, selv om det er saa fint inddelt, at det viser Tiendedelsgrader. Har man en Barometerstand, der falder mellem to af de opførte, kan man regne sig til det dertil svarende Kogepunkt. Hvis man omvendt har et rigtigt visende Termometer og sætter det i Dampen fra kogende Vand, kan man af dets Stand slutte sig til Barometerstanden. Man har derefter indrettet et Apparat, Hypsometret kaldet, til Brug i Stedet for et Barometer til Maaling af Bjerges Højder.

Har man fundet Frysepunktet og Kogepunktet, afsætter man dem paa en Gradestok og deler Mellemrummet mellem dem i 80 lige Dele, hvis det skal være et Réaumur's, og i 100, hvis det skal være et Celsius Termometer. Kuldegraderne og Graderne over Kogepunktet afsætter man under Frysepunktet og over Kogepunktet af samme Størrelse som mellem de to Punkter. Ere Graderne lange nok, kan man underafdele dem i 2, 5 eller 10 mindre Dele. Gradestokken anbringes paa mange forskellige Maader efter den Brug, der skal gøres af Termometret; er dette ikke udsat for at blive vaadt, og skal det ikke maale høje Varmegrader, kan Gradestokken afsættes paa Træ og Termometret indrettes, som Fig. 238 viser. Termometre til Brug i fri Luft kunne indrettes paa samme Maade, kun at Pladen er af Messing eller Glas. I andre Tilfælde afsættes Gradestokken paa en Strimmel af Papir eller Mælkeglas, som beskyttes ved sammen med Termometerrøret at være indsmeltet i et vidt Glasrør, hvorfra kun Termometerkuglen gaar ud for neden (Fig. 242); en paa den Maade anbragt Papirskala er næsten uforgængelig, saa længe Glasset er helt, fordi



Fig. 242.
Termometer i Glas-
kappe.

Luft og Fugtighed ere udelukkede ved det ydre Glasrør. Saaledes indrettes ofte Mejeri- og Badetermometre, da de skulle kunne taale Vand og have en tydelig Grade-stok; en saadan bliver der Plads til i det vide Rør. Badetermometret beskyttes i Reglen mod Stød af et Træhylster, der har en Udskæring for Gradestokken og Hul til begge Sider ud for Termometerkuglen, for at Vandet frit kan komme til at omskylle den (Fig. 243). Den store Renlighed, der kræves i Mejerierne, gør det neppe tilraadeligt at bruge det samme der.

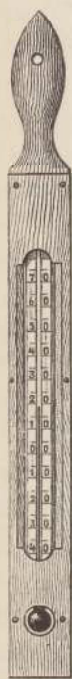


Fig. 243.
Badeter-
mometer.

Det simpleste og i visse Maader det bedste vil være at sætte Grade-stokken af paa selve Termometer-røret; det sker ogsaa ved Termometre, som bruges af Fysikerne. Ulempen derved er, at Stregerne paa det tynde Rør blive korte og ikke lette at se; men Fysikeren ser i Reglen paa sit Termometer gennem en Kikkert, bl. a. for at kunne være paa Afstand fra det og saaledes undgaa at indvirke paa Varmegraden ved sin Legems-varme. Det i Fig. 244 viste Termometer har Graden delt i 5 Dele; der er kun vist den øverste og nederste Del af det, da det er omtrent $\frac{3}{4}$ Alen langt og er tegnet i virkelig Størrelse.

Et Termometer er saa simpelt indrettet, at man ikke skulde tro, det kunde blive misvisende, naar det en Gang var rigtig indrettet.

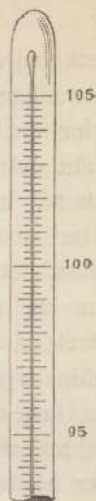


Fig. 244. Ter-
mometer til
fysisk Brug.

Det kan dog ske. Det kan saaledes hænde, at Kvægsølvtraaden i Røret gaar i Stykker, saa at noget af den sidder foroven i Røret; hvis man uden at tage det i Agt læser Termometret af, vil dette aabenbart vise saa mange Grader for lavt, som det løsrevne Kvægsølv spænder over. Hvis der er bleven en ringe Mængde Luft tilbage i Termometret, da man lavede det, er det næsten umuligt at faa Kvægsølvet samlet igen, naar det en Gang er blevet splittet, f. Eks. ved at Termometret er faldet paa Gulvet; i det snævre Rør komme Luft og Kvægsølv nemlig vanskelig forbi hinanden. Derimod gaar det let nok at faa Kvægsølvet samlet, naar Røret er godt lufttomt, og det bør det af den og andre Grunde i Reglen være. Termometrets Fyldning med Kvægsølv har sine Vanskeligheder; da Røret er overordentlig snævert, kan man nemlig ikke hælde det i. Fra Glasblæserens Haand ser Røret ud som vist i Fig. 245. Foruden Kuglen er der foroven blæst endnu en Udvidelse, der udmunder i et forholdsvis vidt Rør, og hvori man derfor let kan faa bragt Kvægsølv i rigelig Mængde til at fylde Kuglen; Kvægsølvet bliver imidlertid staaende i Udvidelsen, fordi Haarrørvirkningen i det snævre Rør nedenunder modsætter sig, at det trænger ind i Røret; der skal Tryk til fra oven, for at det skal ske. Nu er der jo et Tryk fra oven, nemlig Atmosfærens Tryk, og det er endda ikke saa helt lille; men det kan intet udrette endnu, fordi der er Luft med lige saa stort Tryk nedenunder i Rør og Kugle. Derfor maa Luften under Kvægsølvet skaffes bort, hvad der kan ske ved Opvarmning af Kuglen over en Sprit- eller Gasflamme. Ved at opvarmes vil den af-



Fig. 245.
Termometret fyldes.

spærrede Luft faa sit Tryk forøget, og noget af den presses derfor i Bobler op gennem Kvægsølvet. Naar Kuglen igen køles, kan den uddrevne Luft ikke slippe ind igen, da Kvægsølvet spærrer for den; der er saaledes efter Atkølingen mindre Luft end før i Kuglen, men samme Varmegrad, og derfor er der ogsaa mindre Tryk; det ydre Lufttryk kan nu komme til at gøre sig gældende

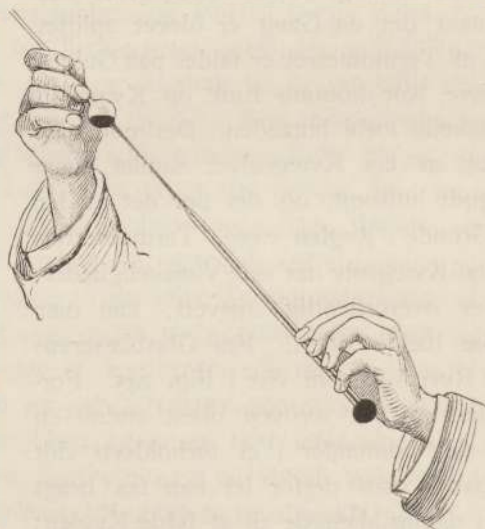


Fig. 246. Termometret lukkes.

ved at presse Kvægsølv gennem Røret ned i Kuglen; denne kan dog ikke blive fyldt alene derved, fordi der endnu er nogen Luft tilbage. For at faa Luften helt bort, bringer man det Kvægsølv, der er kommet ned i Kuglen, i Kog (Kvægsølv koger ved 357°). Kvægsølv-dampen vil strømme ud og vil tage Luften fuldstændig med sig, hvis man ogsaa heder Røret og Kvægsølvet i Udvidelsen foroven. Har Kogningen staaet paa i nogen Tid, lader man Røret køles, og man vil da se Kvægsølvet

trænge ned i Kuglen Draabe for Draabe, indtil den og Røret lige op til Udvidelsen ere fuldstændig fyldte, saa at man ikke kan opdage selv den mindste Luftboble mellem Glas og Kvægsølv.

Hvis man nu heder Røret tæt under Udvidelsen saa stærkt, at det bliver blødt, og trækker i det til begge Sider, faar man Udvidelsen, som der ikke længer er Brug for, skilt fra. Røret trækkes nemlig, hvor det er blødgjort, ud til en tynd Traad; smeltes den over, lukkes Kanalen i Røret, uden at der har kunnet komme Luft ind (Fig. 246). Kuglen har man før Tilsmeltningen gjort tilpas varm; naar den bagefter køles, trækker Kvægsølvet sig sammen og efterlader et tomt Rum over sig, øverst i Røret.

Herefter er Røret færdigt til Inddeling efter Grader, som det før er omtalt; men man skal dog helst vente en Maanedstid eller mere med at foretage Inddelingen. Af-sætter man nemlig Frysepunkt og Kogepunkt straks efter, at Røret er blæst og fyldt med Kvægsølv, og lader det ligge i længere Tid, vil man finde, at de to Punkter ikke længer ligge rigtig; de ville begge ligge lidt for lavt. Dette skyldes en Ejendommelighed hos Glasset, som be-staar i, at det ved Afkøling efter en stærk Ophedning ikke straks faar sit gamle Rumfang igen; det beholder i længere Tid noget af den Udvidelse, det fik ved Op-varmningen. Hvis man som ved Brugen af Lægetermo-metre skal kende Varmegraden meget nøje, er det derfor heldigt at kunne prøve Frysepunktet.

Selv om Frysepunkt og Kogepunkt ligge rigtig, kan der dog være Fejl i de mellemliggende Grader, nemlig hvis Røret ikke er lige vidt i hele sin Længde. Før man blæser Termometerbeholderen, bør Røret derfor under-søges i saa Henseende; det skal kalibreres.

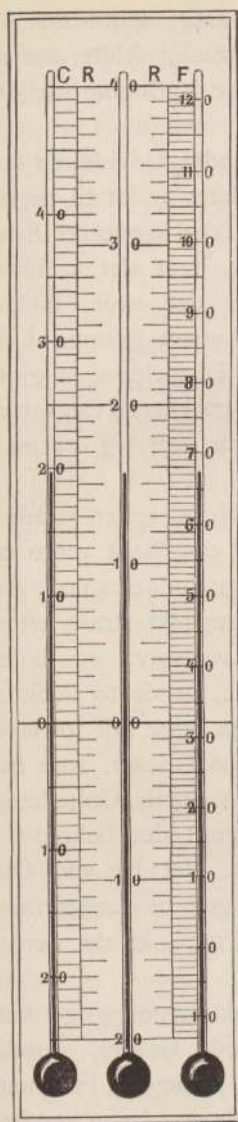


Fig. 247. Celsius, Réaumur og Fahrenheits Gr.

Frysepunkt og Kogepunkt ere betegnede ved 0° og 80° i et Réaumurs Termometer, ved 0° og 100° i et Celsius Termometer og ved 32° og 212° i et Fahrenheits Termometer. Fig. 247 viser Réaumurs Gradestok R to Gange: til venstre til Sammenligning med Celsius Grader C, til højre til Sammenligning med Fahrenheits Grader F. Man kan ved denne Figurs Hjælp let omsætte en Varmegrad fra den ene Slags Inddeling til den anden.

Man kan ved Regning omsætte den ene Slags Varmegrader til den anden saaledes: C° gøres til R° ved at multiplicere C° med 4 og dividere med 5 eller ved at trække $\frac{1}{5} C^{\circ}$ fra C° . Saaledes er $73^{\circ} C = \frac{4 \times 73}{5} R = 58\frac{2}{5}^{\circ} R$; $37^{\circ} C = (37 - \frac{1}{5} \times 37)^{\circ} R = 29\frac{3}{5}^{\circ} R$. Paa lignende Maade gør man R° til C° ved at multiplicere med 5 og dividere med 4 eller ved at lægge $\frac{1}{4} R^{\circ}$ til R° .

Man gør R° til F° ved at multiplicere med 9 og dividere med 4, samt til det udkomne at lægge 32. Man gør C° til F° ved at multiplicere med 9 og dividere med 5 og til det udkomne at lægge 32. Omvendt gør man F° til R° ved først fra F° at trække 32 og der-

paa multiplicere det udkomne med 4 og dividere med 9. Man gør F^0 til C^0 ved at trække 32 fra F^0 ; det udkomne multipliceres med 5 og divideres med 9. Den sidste Omsætning kan man lette sig ved følgende simple Regel: Man gør F^0 til C^0 ved at trække 32 fra F^0 og dividere Resten med 2; til det derved udkommende Resultat lægger man $\frac{1}{100}$ og $\frac{1}{10}$ af Resultatet; man faar derved Varmegraden rigtig i Tiendedelene. Saaledes faas $74^0 F$ at være $23.3^0 C$ ved følgende Regning:

$$\frac{74 - 32}{2} = 21; \quad \left. \begin{array}{r} 21 \\ + 2.1 \\ + 0.2 \end{array} \right\} = 23.3$$

Vinaandstermometret. Vinaand udvider sig meget mere end Kvægsølv. Fyldes en Flaske til Randen af Halsen med Vinaand af 0^0 , og opvarmes den f. Eks. halvvejs til Vandets Kogepunkt, vil $\frac{1}{23}$ af Indholdet flyde over Randen paa Grund af Udvidelsen. Det, der under samme Forhold løber fra af Kvægsølv, er kun omtrent $\frac{1}{130}$ af, hvad der var ved 0^0 . Vinaand udvider sig 6 Gange saa stærkt som Kvægsølv. Derfor kan der bruges videre Termometerør, naar man fylder med Vinaand, og man behøver ikke at gøre Rørkanalen flad for at se Vædsken; denne farves sædvanlig rød for at træde frem mod Glasset. Da Vinaand koger ved lavere Varmegrad end Vandet, kan Vinaandstermometret ikke gaa op til Vandets Kogepunkt; det gaar vel sjælden mer end omtr. halvvejs derop, altsaa til $40^0 R$, medens Kvægsølvtermometret kan gaa til $3-400^0$, hvis man ønsker det. Derimod kan Vinaandstermometret bruges til Maaling af saadanne Kuldegrader, ved hvilke Kvægsølvet fryser, d. v. s. under $\div 32^0 R$. Vinaand kan nemlig ikke fryse, i hvert Fald ikke ved de laveste Kuldegrader, som man har iagttaget i Atmosfæren. I den senere Tid har man begyndt

at bruge andre Vædsker, der ligesom Vinaand ikke fryse, og som man kan fremstille renere.

Ved enkelte Lejligheder bruger man Vinaands Udvidelse paa en helt anden Maade til Maaling af Varmegrader. Man danner et fladt, buet Rør af Messing, som det, der er vist i Fig. 248. Rørets Tværsnit er vist ved T i Figuren. Det fyldes fuldstændig med Vinaand og lukkes derpaa lufttæt af ved Lodning. Man vil nu finde, at Røret vil rette sig noget ud, krumme mindre, naar det

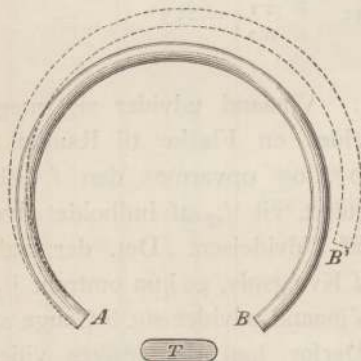


Fig. 248. Bourdons Rør.

opvarmes, og krumme stærkere, naar det køles. Grunden hertil er ikke vanskelig at se: Det er med stor Kraft, Vædskerne udvide sig; Vinaanden, som er helt inde-sluttet af Metal, vil derfor, naar den opvarmes, presse haardt mod Rørets Vægge og vil krumme disse udad for at skaffe sig Plads. Trykket vil nemlig have den Virk-

ning at gøre Rørets Tværsnit mindre fladt, nærme det noget hen imod Cirkelformen; men denne Runding af Tværsnitsformen kan kun ske, naar Røret samtidig retter sig et tilsvarende Stykke ud. Har Røret den i Fig. 248 viste Hesteskoform, vil det gabe des mere, jo varmere, og des mindre, jo koldere det bliver. Den punkterede Bue viser Rørets Form, naar det er opvarmet. Gøres den ene Ende A fast, vil den anden Ende B altsaa flytte sig udad mod B', hvis Røret varmes, og indad mod A, hvis det køles. Denne Bevægelse kan overføres til en Viser og

samtidig forstørres. Termometret faar Form som et lille Lommeur med en Skive, hvorpaa Graderne ere afsatte.

Det Slags Termometer bruges, naar man vil gøre et Termometer selvskrivende, saa at det selv optegner, hvad Varmegraden har været til alle Tider i et Døgn eller en Uge paa et Papir, der føres frem af et Urværk. Et saadant Termometer findes afbildet i Fig. 249. Længst til højre ses det buede, flade Rør k, Termometerrøret, som er fyldt med Sprit eller en anden dertil egnet Vædske.

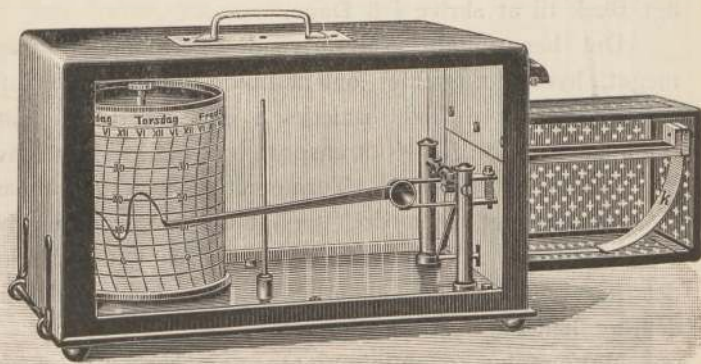


Fig. 249. Selvskrivende Termometer.

Rørets øverste Ende er fastgjort; den nederste Ende vil derfor gaa nedad, naar Varmegraden stiger, og opad, naar den falder. Røret sidder udvendig paa den Kasse, der indeholder Skriveapparatet, for hurtig at kunne følge med de Forandringer, som foregaa med Luftens Varmegrad; om fornødent er det, som vist i Figuren, skærmet med et Hylster, hvis gennembrudte Vægge tillade Luftens at strømme igennem. Det buede Rørs frie Ende er fortsat med en Stang, som fører ind til Skriveapparatet gennem en Sprække i Kassens Endeflade. I Kassen er der mellem

to Støtter anbragt en Vægtstang, hvis ene Ende bærer Pennen, der skriver Varmegraden op paa lignende Maade som i det før omtalte selvskrivende Barometer (S. 370). Den anden Ende er tæt ved Aksen forbunden med den fra Termometererrøret kommende Stang. Pennen vil derfor gaa opad, naar Røret gaar nedad, altsaa naar Varmegraden stiger, og dens Bevægelse bliver mange Gange større end Rørets. Pennen er dannet som et lille Trug, der fra Vægtstangen gaar ind mod Valsen, og som løber spidst til der, hvor den rører Papiret; den kan optage tilstrækkeligt Blæk til at skrive i 8 Dage.

Det her omtalte selvskrivende Termometer bruges meget, hvor det gælder om at holde Varmegraden uforandret i længere Tid, saaledes i Maltgørierier, i Køleummene i Skibe for Kødtransport og i Varmeskabe, hvor der kultiveres Bakterier. Termometret staar da aflaaet og utilgængeligt, men dog synligt for den, som har den Opgave at passe Varmegraden, og det vil ved den Linie, det har tegnet, med Sikkerhed oplyse, hvor godt eller daarligt han har løst sin Opgave.

Maksimums- og Minimumstermometer. Paa et selvskrivende Termometer ser man snart, hvad den højeste og den laveste Varmegrad har været i den Tid, der er forløben, siden det sidst blev tilset. Et Termometer, som viser det, kaldes et Maksimums- og Minimumstermometer. En ret almindelig Form for et saadant er vist i Fig. 250.

Det er et Vinaandstermometer, hvis Kugle vender opad; den ses foroven til venstre. Røret er bøjet om og ender i Beholderen B, som ogsaa indeholder Vinaand, men uden at være fyldt dermed. Opvarmes Kuglen, vil Vædsken i Røret skydes over mod B; det gaar omvendt, naar Kuglen køles. Denne Bevægelse bliver synlig, ved at der staar Kvægsølv i den nederste Halvdel af det bøjede Rør; ved Forandring i Varmegraden vil Kvæg-

sølvet stige i den ene Side og falde i den anden. Det viser ens Varmegrad begge Steder, men til venstre tælles Graderne nedad.

Skal et saadant Apparat gøres til Maksimums- og Minimumstermometer, anbringer man inden i hvert Rør over Kvægsølvet en lille Mærkestift, som spænder saa meget mod Rørets Sider, at den ikke kan glide ned ved sin egen Vægt. Men hvis Kvægsølvet naar op til den, bæres den oppe af det og skydes i Vejret, hvis Kvægsølvet stiger. Staar dette nu f. Eks. Kl. 8 Morgen ved 10^0 i begge Rør, og hviler hver Stift paa sin Kvægsølvoverflade, da vil det i Løbet af et Døgn gaa paa følgende Maade. Ved Dagvarmen vil Kvægsølvet skydes til højre og løfte den tilhørende Stift, indtil den højeste Varmegrad er naaet. Stiften til venstre bliver siddende ved 10^0 . Naar nu Varmegraden falder, efterlades Stiften til højre i sin højeste Stilling og viser saaledes bag efter Dagens højeste Varmegrad. Den anden Stift bliver ogsaa i Ro, indtil det er bleven lige saa koldt, som det var Kl. 8 Morgen. Hvis det i Løbet af Natten bliver endnu koldere, løftes Kvægsølvet til venstre og løfter Stiften der opad, til den laveste Varmegrad er naaet; naar det atter den næste Dag begynder at blive varmere, efterlades ogsaa Stiften til venstre i sin højeste Stilling og vil der vise det forløbne Døgn's laveste Varmegrad. Staa Stifterne efter For-

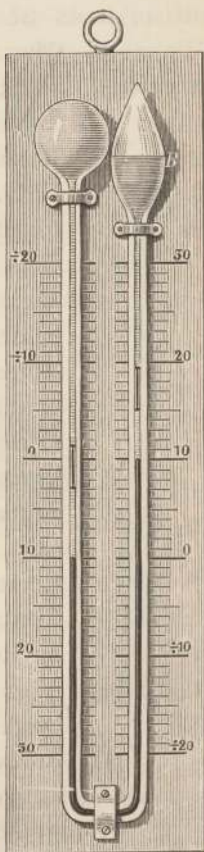


Fig. 250. Maksimums- og Minimumstermometer.

løbet af Døgnet som vist i Fig. 250, da har Døgnets højeste Varmegrad været $+15^{\circ}$ og den laveste $+3^{\circ}$.

Derefter bliver Spørgsmaalet, hvorledes nu Termometret laves til for paa ny at kunne vise Maksimum og Minimum. Man kan ikke ved at ryste eller svinge Termometret faa Stifterne til igen at gaa ned mod Kvægsølv-



Fig. 251. Indeks i Maksimums- og Minimums Termometer.

sølv, naar de skulle spænde saa meget mod Rørsiden, at man er sikker mod, at de glide ned af sig selv. Man tager da Magnetismen til Hjælp; den virker paa Afstand gennem Glas og Sprit, men den virker kun paa Jern eller Staal. Derfor indrettes Stiften (Indeks kaldes den), saaledes som Fig. 251 viser i Forstørrelse. Den bestaar af et lille Glasrør, som er tilsmeltet ved begge Ender, og til hver Ende er der, for Tydeligheds Skyld, fastsmeltet en lille Knap af sort Glas. I Røret ligger der gemt en lille Stump af en fin Synaal. For at opnaa den svage Spænding mod Rørets Inderside, er der fastsmeltet en fin Glastraad til Indsnævringen mellem Knappen og Røret, og Traadens to Ender klemmes ned langs Stiften, mellem den og Termometerrøret; herved kommer Traaden til at spænde som en svag Fjeder, saa meget ud mod Rørvæggene, at den kan bære Stiften. Til Termometret hører der en Hestekomagnet, hvis Poler ere udhulede efter Termometerrøret;

sætter man Polerne mod Røret, ud for, hvor Stiften sidder, og fører man den derpaa ned mod Kvægsølv, tager man Stiften med, indtil den standser mod Kvægsølvoverfladen.

Et almindeligt Vinaandstermometer bliver til et Minimumstermometer (Fig 252), ved at man før Tilsmeltningen

af Røret indbringer en lille Glasstift, omtr. som den i Fig. 251 viste, men uden Staal eller Jern og uden den hæmmende Glastraad. Rejses Røret op, ser man Stiften glide jævnt og langsomt ned, til den støder mod Bunden af Kuglen; stiller man det paa Hovedet, gaar Stiften tilbage paa samme Maade, og idet den naar Vinaandens Overflade, ser man den standse brat, som om den mødte en haard Modstand. I en Vædskes Overflade er der en ret betydelig Sammenhængskraft, som man kender derfra, at adskillige Insekter kunne løbe oven paa Vandet uden at faa vaade Fødder; hver Fod trykker kun en lille Fordybning i Fladen men trænger ikke igennem denne. I Ter-

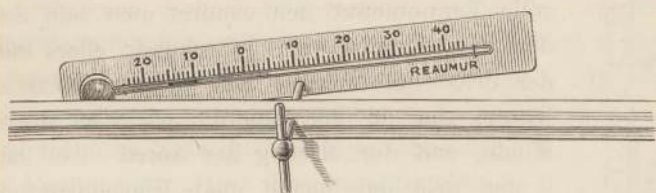


Fig. 252. Minimumstermometer.

mometret kommer Glasstiften inde fra Vædsken og formaar ikke ved sin Vægt at trænge ud gennem Overfladen.

Naar man skal bruge Minimumstermometret, bringer man, som det nu er nævnt, Glasstiften til at møde Vinaandens Overflade og stiller dernæst Termometret omtrent vandret. Falder Varmegraden, trækker Vinaanden sig tilbage med Kuglen og slæber, ved Sammenhængskraften i Overfladen, Stiften med sig, til den laveste Varmegrad er naaet. Bliver det derpaa varmere, skydes Vædsken atter frem, men Stiften bliver nu liggende og viser altsaa bag efter, hvor koldt det har været. Termometret gøres derefter i Stand til den næste Iagttagelse, ved at man lader



Fig. 253. Lægetermometer.

Termometret staa paa Hovedet længe nok, til at Stiften igen standser ved Overfladen.

Det er jo i Reglen den laveste Varmegrad i fri Luft, man interesserer sig for; men man vil helst kunne blive i sin varme Stue under Iagttagelsen af Kulden udenfor. Derfor indrettes Termometret som Vinduestermometer, idet det bæres af en rund Stang, som føres gennem et Hul i en Vinduessprosse; Stangen er indvendig forsynet med et Haandtag, hvorved man indefra, efter endt Iagttagelse, kan foretage de ovenfor omtalte Omstillinger med Termometret. Man bør ikke stille Termometret helt vandret men lade Enden med Kuglen vise lidt nedad; ellers kan der drive lidt Vædske hen mod Spidsen af Røret, saa at Termometret vil vise større Kulde, end der virkelig har været. Det kan i det hele let hænde med Vinaandstermometre, især ved Fordampning, at noget af Vædsken samler sig i Spidsen; i Reglen kan man faa den løsrevne Del ned igen ved at tage Termometret ved den øverste Ende, svinge det hurtig nedad og saa pludselig standse det. Sammen med Minimumstermometret ser man jævnlig et Maksimumstermometer anbragt; det er et vandret liggende Kvægsølvtermometer med en Stift anbragt foran Kvægsølvet; Stiften skydes fremad af Kvægsølvet, naar Varmegraden stiger, og efterlades, naar den falder; dette Termometer kommer dog let i Ulave og er vanskeligere at bringe i Lave igen end Vinaandstermometret.

Lægetermometret (Fig. 253) er bestemt til at vise

Blodets Varmegrad; det er et Maksimumstermometer, indrettet saaledes, at det øverste af Kvægsølvet bliver siddende, naar Varmegraden efter en Opvarmning atter falder. Det øvrige Kvægsølv trækker sig tilbage mod Kuglen ved Afkølingen, saa at der dannes et tomt Rum, begyndende fra det Sted, hvor de to Kvægsølv-mængder skiltes. Adskillelsen forvoldes derved, at Røret paa et enkelt Sted (se Figuren), tæt over Kuglen, er meget stærkt indsnævret, ved at der er anbragt en lille Glasstift, som næsten helt udfylder Røret. Naar der her og i det foregaaende tales om Termometerkuglen, er dette, som Fig. 253 viser, ikke altid at tage mere bogstaveligt, end naar man taler om »Spids«-kuglen til en Riffel. Hvor det, som ved Lægernes og Fysikernes Brug af Termometret, gælder om, at dette hurtigst muligt antager den Varmegrad, der skal maales, giver man Beholderen for Kvægsølvet den i Fig. 242, 244 og 253 viste langstrakte Form, der tillige har den Fordel kun at fylde lidt op, hvor den føres ind.

Vendetermometret (Fig. 254) har ligesom Lægetermometret en stærk Indsnævring tæt over Kuglen. Staar Termometret oprejst, arbejder det paa almindelig Maade, men hvis der paa en Gang vendes op og ned paa det, gaar det, som Figuren viser; Kvægsølvet gaar i Stykker ved Indsnævringen, og hvad der før var over denne, falder nu ned i den modsatte Ende af Røret. Den Længde af Kvægsølv, der saaledes falder fra, afhænger af, hvor varmt det var i det Øjeblik, Termometret blev vendt. Til at vise dette er Termometret netop indrettet; derfor har det, som Figuren viser, sit Nulpunkt oppe ved den øverste Ende af Røret, og derfra gaa Graderne nedad mod Kuglen. Vendetermometret er opfundet af Englænderne Negretti og Zambra til Maaling af Varmegraden i store Havdybder. Det fires ned i Havet i oprejst Stilling; naar den Dybde, hvor man vil kende Varmegraden, er naaet, faar

man det ved en særlig Mekanisme til at vende sig. Naar det derefter hales ind, kan man i Ro aflæse den søgte Varmegrad.

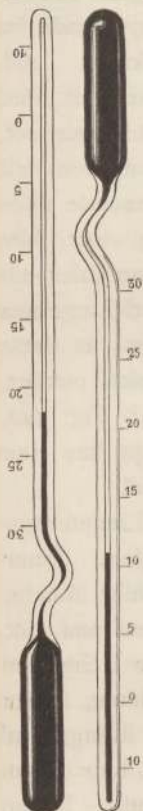


Fig. 254. Vende-
termometret.

Kaptajn Rung ved det meteorologiske Institut i Kjøbenhavn har paa en snild Maade benyttet Vendetermometret til Optegning af Luftens Varmegrad til bestemte Tider hele Døgnet igennem. I en i det fri anbragt Tremmekasse er der anbragt 12 Vendetermometre. Hvert af disse hænger paa en Vippe, saaledes at det af sig selv vil stille sig med Kuglen opad. For hvert Termometer er der en bevægelig Krog, hvorved det kan holdes i oprejst Stilling; løsnes Krogen, vil Vendingen finde Sted. Det er nu indrettet saaledes, at et Urværk, som hører til Apparatet, hver Time løsner en af Krogene og saaledes faar det tilhørende Termometer til at vende sig. Har man bragt Apparatet i Orden efter Kl. 8 Morgen, kan man altsaa efter Kl. 8 Aften læse Dagens Varmegrader af; er det gjort, rejser man alle Termometre op igen og trækker Uret op, hvorefter Termografen er i Orden til at give Nattetimernes Varmegrad.

Fugtighedsmaaling ved det vaade Termometer. Svøber man en med Vand vædet Klud om Kuglen paa et Termometer, og hænger man dette op ved Siden af et tørt Termometer, ville de to i Reglen vise forskellig Varmegrad og ville blive ved dermed, saa længe Kuglen paa det første er vaad. Termometrene vise kun da ens, naar Luften er saa fugtig, at den er mættet med Vanddamp,

naar der slet ingen Tørring er ved den, eller naar vaadt Tøj, man hænger ud, bliver ved med at være lige vaadt, fordi der intet fordamper.

Grunden til, at det vaade Termometer viser lavere end det tørre, er altsaa Vandets Fordampning. Til Fordampningen forbruges der Varme, hvad mange Erfaringer vise, og derfor vil Vand, som er i Færd med at fordampe, køle sine Omgivelser, idet det tager den Varme, det har Brug for, fra dem. I nærværende Tilfælde gaar det ud over Kvægsølvet i den vaade Termometerkugle. Man kunde tro, at denne Kugle maatte blive bestandig koldere og koldere uden Grænse, da Vandet jo bliver ved at fordampe og derfor ogsaa at forbruge Varme. Det gaar dog ikke saadan; Termometret køles af til en bestemt Varmegrad, hvor det standser, skønt Vandet stadig bruger Varme. Dette forklares ved, at Luften, i sin Bestræbelse efter at give det afkølede Termometer sin egen Varmegrad, straks begynder at levere det Varme, naar det køles, og til sidst ender det med, at Termometret faar lige saa megen Varme fra Luften, som det afgiver til Vandets Fordampning; naar det sker, holder det sig uforanderligt.

Hvor stor Afkølingen bliver, afhænger af, hvor hurtigt Fordampningen gaar for sig, og derfor især af, hvor tør Luften er. Derfor kan man finde Luftens Fugtighedsgrad ved at sammenligne Varmegraden i det vaade og i det tørre Termometer. Man har dertil indrettet det i Fig. 255

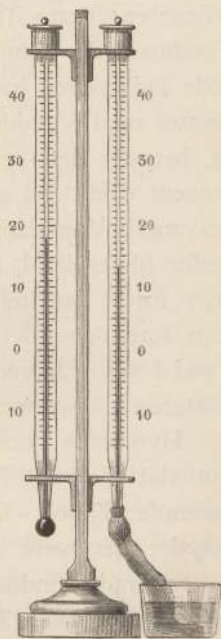


Fig. 255. Psykrometer.

viste Apparat, Psykrometret kaldet, der paa et Stativ bærer to i Tiendedelsgrader inddelte Termometre; det enes Kugle er svøbt ind i en Klud, som naar ned i en lille Vandbeholder, hvorfra den som en Væge suger saa meget Vand op, at Kuglen altid er vaad.

Luftens Fugtighedstilstand angives ofte ved Fugtighedsprocenten; dette Tal udtrykker, hvor mange Procent den Vandmængde, som Luften indeholder, er af den, som den vilde indeholde, hvis den ved uforandret Varmegrad blev mættet med Vanddamp; er Fugtighedsprocenten saaledes 75, betyder det, at Luften er $\frac{3}{4}$ mættet; den mangler 25 Procent eller $\frac{1}{4}$ i at være mættet. Jo varmere Luften er, des mere Vanddamp kan den optage, før den mættes; derfor bliver kold, fugtig Luft, som opvarmes, til tør Luft, ikke fordi den mister noget Vand ved Opvarmningen, men fordi den derved bliver i Stand til at optage mere Vand i sig. Herved forklares den tørre Luft, man har om Vinteren i opvarmede Stuer.

Hvorledes man af Psykrometrets Termometervisning kan slutte sig til Fugtighedsprocenten, vil ses af nedenstaaende Tabel. Den lodrette Talrække foran Tabellen betyder det tørre Termometers Visning. Ud for hver af dettes Grader findes to vandrette Rækker Tal; den øverste betyder det vaade Termometers Visninger og den nederste de dertil svarende Fugtighedsprocenter. Har man saaledes fundet, at det tørre Termometer viser 18° , det vaade 13° , saaledes som det er vist i Fig. 255, da giver Tabellen, at Fugtighedsprocenten er 53. Graderne ere Celsiusgrader.

Tørre	10 ^o	{						
Term.		Vaade Term.	9 ^o	8 ^o	7 ^o	6 ^o	5 ^o	4 ^o
		Fugtighed	87	74	62	50	39	28 pCt.
—	11 ^o	{						
		Vaade Term.	10 ^o	9 ^o	8 ^o	7 ^o	6 ^o	5 ^o
		Fugtighed	87	75	63	52	41	30 pCt.
—	12 ^o	{						
		Vaade Term.	11 ^o	10 ^o	9 ^o	8 ^o	7 ^o	6 ^o
		Fugtighed	88	76	65	54	43	33 pCt.

Tørre		{Vaade Term.	12 ⁰	11 ⁰	10 ⁰	9 ⁰	8 ⁰	7 ⁰	6 ⁰	
Term.	13 ⁰	{Fugtighed	88	77	66	55	45	35	25	pCt.
—	14 ⁰	{Vaade Term.	13 ⁰	12 ⁰	11 ⁰	10 ⁰	9 ⁰	8 ⁰	7 ⁰	
		{Fugtighed	88	78	67	57	47	37	28	pCt.
—	15 ⁰	{Vaade Term.	14 ⁰	13 ⁰	12 ⁰	11 ⁰	10 ⁰	9 ⁰	8 ⁰	
		{Fugtighed	89	78	68	58	49	39	30	pCt.
—	16 ⁰	{Vaade Term.	15 ⁰	14 ⁰	13 ⁰	12 ⁰	11 ⁰	10 ⁰	9 ⁰	
		{Fugtighed	89	79	69	59	50	41	32	pCt.
—	17 ⁰	{Vaade Term.	16 ⁰	15 ⁰	14 ⁰	13 ⁰	12 ⁰	11 ⁰	10 ⁰	9 ⁰
		{Fugtighed	90	80	70	61	52	43	34	26 pCt.
—	18 ⁰	{Vaade Term.	17 ⁰	16 ⁰	15 ⁰	14 ⁰	13 ⁰	12 ⁰	11 ⁰	10 ⁰
		{Fugtighed	90	80	71	62	53	44	36	28 pCt.
—	19 ⁰	{Vaade Term.	18 ⁰	17 ⁰	16 ⁰	15 ⁰	14 ⁰	13 ⁰	12 ⁰	11 ⁰
		{Fugtighed	90	81	72	63	54	46	38	30 pCt.
—	20 ⁰	{Vaade Term.	19 ⁰	18 ⁰	17 ⁰	16 ⁰	15 ⁰	14 ⁰	13 ⁰	12 ⁰
		{Fugtighed	91	81	72	64	55	47	40	32 25 pCt.

Er Fugtighedsprocenten 50, og viser det tørre Termometer 0°, 5°, 10°, 15°, 20°, 25°, da viser det vaade Termometer ÷ 2,7°, 1,7°, 6°, 10,1°, 14,4° 18,4°. I tør Luft kan Vand fryse ved sin Fordampning, selv om Luftens Varmegrad er over 0°. Da Isen ogsaa fordamper, kan Psykrometret vise Fugtighedsgraden, selv om Vandet fryser om det vaade Termometers Kugle.

Middelvarme. Et Lands Klima afhænger for en væsentlig Del af Varmegraden og dennes Skiften med Aars-tiderne. Hvis man iagttager Varmegraden hver Time Døgnet igennem, finder man Døgnets Middelvarme ved at lægge alle 24 Gradetal sammen og dividere Summen med 24. Saadanne timevise Iagttagelser af Luftens Varme-grad har man foretaget hver Dag i Løbet af 25 Aar, 1837—1862, paa Nyholms Hovedvagt i Kjøbenhavn. Man har derved fundet, at man kan beregne Døgnets Middel-varme ret paalidelig, ogsaa ved et mindre Antal Iagt-tagelser, nemlig 4 Iagttagelser, naar de fordeles ligelig

over hele Døgnet, f. Eks. Kl. 6 Form., 12 Middag, 6 Efterm. og 12 Nat. Det har endvidere vist sig, at ogsaa 3 Iagttagelser kunne give en paalidelig Middelvarme, naar de foretages Kl. 8 Form. og Kl. 2 og 9 Efterm.; dog faar man herved i Reglen en noget for høj Middelvarme beregnet, men Fejlen kan nogenlunde rettes.

Man har regelmæssige Maalinger af Luftens Varmegrad i Kjøbenhavn fra Aar 1768, om end med nogle Afbrydelser, saaledes under Bombardementet 1807. De første Maalinger bleve foretagne oven paa Rundetaarn indtil 1819. Senere er der bleven observeret i den gamle botaniske Have og paa Landbohøjskolen. Nu har meteorologisk Institut sine Termometre i den ny botaniske Have. Iagttagelserne fra 1768—1893 ere blevne beregnede af Willaume-Jantzen, som derved har fundet den Middelvarme, der tilkommer Kjøbenhavn til enhver Tid af Aaret. Den krumme Linie i Fig. 256 viser, hvorledes Varmegraden i Gennemsnit er stegen og falden fra 1. Januar til sidste December i de mange Aar, i hvilke man har gjort regelmæssige Iagttagelser i Kjøbenhavn. Mellemmrummene mellem de lodrette Streger betyde Tidsafsnit paa 10 Dage, medens de vandrette Streger give Varmegraderne efter Celsius. Vil man vide f. Eks., hvad Middelvarmen er midt i April, da opsøger man foroven det Tidsrum paa 10 Dage, der falder i Midten af April og gaar nedad i det, til man kommer til den krumme Linie; derpaa gaar man til venstre mellem to vandrette Linier, til man kommer til Gradetallene, og finder derved, at den søgte Middelvarme er omtrent $5\frac{3}{4}^{\circ}$ Celsius.

Naturligvis vil Varmegradens Gang i de enkelte Aar kunne vise store Afvigelser fra Gennemsnittet; saaledes havde man i Juli 1788 en Dag med en Middelvarme paa $26,7^{\circ}$ C. og i Januar 1893 en Dag med Middelvarmen $\div 19^{\circ}$ C. I et Tidsrum af 33 Aar, nemlig fra 1861 til

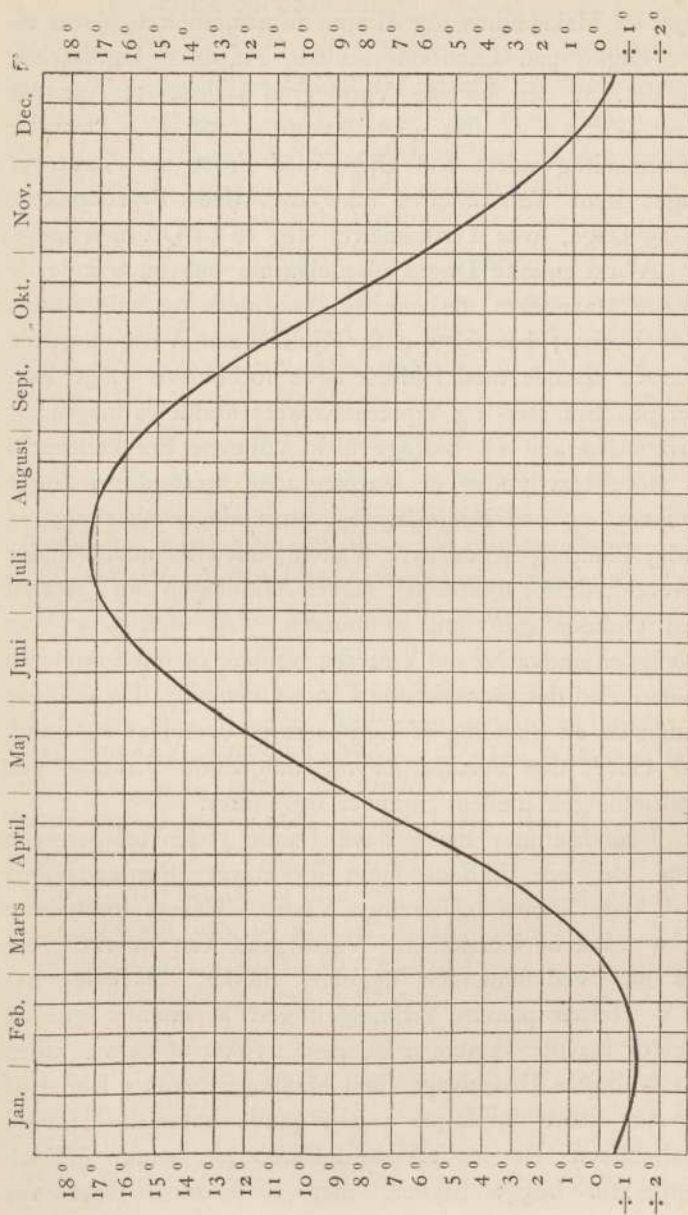


Fig. 256. Middeltemperatures Gang Aaret rundt i Kjøbenhavn (Celsiusgrader).

1893, er Maksimums- og Minimumstermometret blevet aflæst daglig paa Landbohøjskolen. Af disse Iagttagelser ses det, at den højeste Varmegrad i disse 33 Aar har været $+32,5^{\circ}$ C. og den laveste -25° C. Der har gennemsnitlig været 108 Dage med Frost om Aaret, 31 Dage, hvor Termometret ikke kom over Frysepunktet, og 15 Dage, hvor Termometret steg til 25° C. eller mere.

Af de enkelte Døgn's Middelvarme kan man finde de enkelte Maaneders, de enkelte Aarstiders og hele Aarets Middelvarme; den sidste er for Kjøbenhavns Vedkommende $7\frac{1}{2}^{\circ}$ C. Lande med Øklima have forholdsvis ringe Forskel paa Sommer- og Vinterhalvaarets Middelvarmegrader. Havets Nærhed vil bidrage til at udjævne Forskellene; i de store Havdybder er Varmegraden næsten ens Aaret igennem, og ved Bølgeslag og Strømninger sker der en stadig Blanding af de øvre Vandlag med de neden under værende; derfor modvirkes saavel Afkølingen om Vinteren som Ophedningen om Sommeren. Af den Grund er Havfladen sædvanlig om Vinteren varmere og om Sommeren koldere end det tilgrænsende Lands Overflade. Da Vindene fremkalde en Blanding af Luftmasserne over Hav og Land, faar Havet den ovenfor nævnte mildnende Virkning paa Modsætningen mellem Sommer og Vinter.

I Modsætning hertil have Lande i den tempererede Zone, der ere fjernede langt fra Havet, Fastlandsklima med hede Somre og strænge Vintre. Havets Indflydelse til at udjævne Forskellen i Varmegrad kan mærkes selv paa nær ved hinanden liggende Steder. Saaledes har C. V. Holten paavist Virkningen ved at sammenligne de ovenfor nævnte Maalinger gennem 25 Aar af Varmegraden paa Nyholms Hovedvagt med Maalinger, som i Løbet af 72 Aar bleve foretagne i den gamle botaniske Have i Kjøbenhavn. Der fandtes paa det nærmeste samme Middeltemperatur begge Steder, men i botanisk Have var

Januar den koldeste, Juli den varmeste Maaned, mens paa Nyholm Februar var den koldeste, August den varmeste, saa at Vandets Nærhed det sidstnævnte Sted har forhalet saavel Afkølingen om Vinteren som Opvarmningen om Sommeren. Forskellen i Middelvarmegrad paa den varmeste og koldeste Maaned var for botanisk Have $14,87^{\circ}$ R., for Nyholm $14,38^{\circ}$ R.

Hele Jordens Middelvarme er omtrent 15° C. Den fremkommer som et Resultat af den Varme, som Jorden faar fra Solen, og den, som den samtidig udstraaler til det kolde Verdensrum; hvorledes det vilde gaa Jorden, hvis Solen holdt op at sende den Varme, kan man slutte af Varmegraden paa høje Breddegrader under Vinternatten. Luften og de øverste Sne- og Islag afkøles til $\div 50^{\circ}$ C. og derunder; denne Afkøling hidrører fra, at Jordens Overflade straalere Varme ud i det tomme Rum, og saa længe Solen er borte, faar den ingen anden Erstatning herfor, end hvad der kan ledes op gennem Overfladen fra Havvandet eller Jordens Indre, og hvad Luftstrømninger kunne føre med sig fra mildere Egne; begge disse Varmekilder ere dog af ringe Betydning mod, hvad Solen udretter, og de vilde begge stoppe helt op, hvis hele Jorden blev hyllet i Polarnatten.

Atmosfæren danner et flere Mile tykt Lag af Luft uden om Jorden. Dette Luftlag rører til den ene Side ved den i Gennemsnit 15° C. varme Jordoverflade; til den anden Side møder den det kolde Verdensrum. Hvor koldt det er ved man ikke; man ved kun, at det er meget koldt. Solstraalerne gaa for største Delen gennem Luften uden at varme den; de varme først naar de standses af Jordens Overflade. Derfor bestemmes Atmosfærens Varmegrad i Hovedsagen ved de 15 Varmegrader ved Jordoverfladen og de mange Kuldegrader i Verdensrummet. Den varme Luft stiger til Vejrs fra Jorden, og man kunde

derfor tro, at Atmosfæren af den Grund vilde blive gennemvarmet; det gaar dog ikke saaledes. Som bekendt er der meget koldt paa de høje Bjerger, selv under Troperne. Sagen er den, at Luften køles af sig selv, idet den stiger. Ved at komme opad udvider Luften sig nemlig over et større Rum, fordi den kommer under det mindre Tryk, som findes i de højere Luftlag (S. 369), og Luft afkøles, naar den udvider sig. Dette er noget, som kendes godt af dem, der have med stærkt sammenpresset Luft at gøre; lader man Luften i Vindkedlen i den selvbevægende Torpedo, der som bekendt drives frem i Vandet ved sammenpresset Luft, blæse frit ud, vil Torpedoen blive saa kold, at den udvendig beslaar sig med Rim.

Den Afkøling, som Luften saaledes faar ved at stige, er stor nok til at frembringe den stærke Kulde i de store Højder, som man mærker ved Bjergbestigninger og Ballonfarter. Den omvendte Virkning gør sig gældende over for den kolde Luft, som fra Højderne falder ned til Erstatning for den opstigende; den kommer ned som varm Luft, fordi den sammentrykkes under Bevægelsen nedad. Denne mærkelige Virkning bidrager altsaa i høj Grad til, at den af Jorden opfangede Solvarme bliver nær ved Jordens Overflade, hvor der er Brug for den.

Naar Vinden fører Luften mod en Bjergkæde, vil den blive koldere og koldere, efterhaanden som den stiger; men naar Toppen er naaet og Luften atter sænker sig, vil den paa ny opvarmes. Er Luften fra Begyndelsen tør, vil den opvarmes ved Faldet lige saa meget, som den køles ved Stigningen. Det kan gaa anderledes, hvis det er en fugtig Vind, som føres mod Bjergkæden; en saadan vil køles meget mindre ved Stigningen end den tørre Luft, fordi den i Vanddampen har et Varmeforraad, som modvirker Afkølingen. Som nævnt S. 401 bruges eller, om man vil, sluges der Varme, naar Vand fordamper. Denne

Varme er ikke forsvunden, den findes i Vanddampen uden at kunne mærkes paa dens Varmegrad; den er, som man siger, bunden i Dampen, Dampen har slugt den. Men naar Dampen atter bliver til Vand, kommer Varmen frem igen og giver sig til Kende ved at opvarme Omgivelserne. Naar den fugtige Luft afkøles ved at presses opad langs Bjergsiderne, begynder Dampen at fortættes til Taage, d. v. s. den bliver til smaa Vanddraaber; men i samme Forhold som Taagen dannes, afgives den bundne Varme til Formindskelse af Afkølingen. Førtes nu Taagemasserne med nedad paa den anden Side af Bjergene, vilde de atter fordampe og atter sluge Varme, og Luften vilde derfor ogsaa i det Tilfælde blive lige saa varm paa Læsiden, som den var paa Vindsiden. Hvis derimod Taagen bliver til Regn og altsaa bliver tilbage paa Bjergene, da vil Opvarmningen ved Faldet gøre sig fuldt gældende, Luften vil komme ned i Dalene meget varmere, end den var hinsides Bjergene; tør er den ogsaa: den har efterladt sin Vanddamp paa Bjergene, men taget Dampens bundne Varme med sig. Den Luft, der saaledes ved at stige over Bjerge med evig Sne kan forvandles fra kølrig og fugtig til hed og tør, mærkes i de saakaldte Föhnvinde i Schweiz og Grønland.

Det er altsaa ikke ved at sende kold Luft ned til Jorden, at Verdensrummet køler dennes Overflade. Afkølingen finder i Hovedsagen Sted ved, at Jorden straalere sin Varme bort igennem Atmosfæren ud i det tomme Rum, hvorfra den aldrig vender tilbage. Derfor bliver Jordoverfladen i klare, stille Nætter koldere end Luften oven over den; Dannelsen af Dug og Rim, der hidrører fra denne Straaling, hindres derfor paa Steder, hvorfra man kun ser lidt af Himlen, selv om de ellers ligge frit. Isen fryser tykkere under fri Himmels end under Trætoppe. Vinden vil modvirke den Afkøling, som skyldes Ud-

straalingen, ved at føre varm Luft ned til Jorden; derfor kan man have det Særsyn om Morgenens efter en klar Nat at finde Jorden frossen paa Læsiden af et Hus, mens den endnu er blød paa Vindsiden. Er Himlen overskyet, vil Skylaget opfange de fra Jorden udsendte Varmestraaler og vil sende en betydelig Del af deres Varme ned igen mod Jorden. Hvor meget der kommer tilbage, vil afhænge af Luftens Varmegrad i Skyhøjden. Under alle Omstændigheder er dog selv et tyndt Skylag en virksom Skærm mod Nattekulden.

DAMPKEDLEN.

Intet har vel bidraget saa meget til at fremme Samkvemmet mellem Menneskene og udbrede Civilisation som Dampmaskinen. Denne er nu naaet til en saadan Fuldkommenhed, er saa billig i Drift og paalidelig i Virkemaade, naar den er i Hænderne paa kyndige Folk, at Dampkraft saa godt som overalt har fortrængt de i ældre Tider anvendte Drivkræfter: den ustadige Vindkraft, den under tørre Somre og kolde Vintre ofte svigtende Vandkraft samt Menneskers og Dyrs forholdsvis svage og kostbare Muskelkraft. Hvor Talen er om store Drivkræfter, som f. Eks. Skibsmaskiner af ofte mange Tusinde Heste-kræfter, har Dampmaskinen ingen Rival.

Lad os da kort gennemgaa Hovedtrækkene i dens Indretning, idet vi kun holde os til nogle faa Typer. Principperne, der ligge til Grund for alle Dampmaskiners Indretning og Virkemaade, er de samme.

Dampkedlen. Dampmaskinens uadskillige Ledsager, Dampkedlen, er Navnet paa den Beholder, hvori Vand ved Hjælp af Kuls Forbrænding omdannes til Damp, som derefter ledes til Maskinen og ved sit Tryk driver denne rundt.

Dampkedlen maa altsaa have et Ildrum, paa hvis Ildsted, Fyret, Fyrbøderen kaster Kullene; disse bryde i Flamme og gløde; den derved udviklede Varme ledes gennem Kedlens indre Vægge, hvis Overflade vi kalde Hedefladen, til det Ildrummet omgivende Vand. Kullene hvile paa en Rist, som skraaner jævnt nedefter og dannes

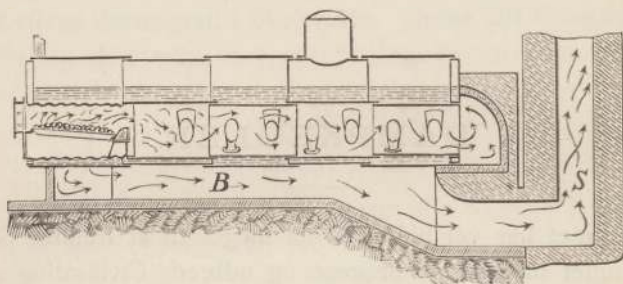


Fig. 257. Længdesnit af en Landkedel.

af smalle, dybe Jernstænger, Ristestængerne. Ved Ristens laveste Ende findes en af Sten muret Fyrbro, som begrænser Fyret. Ristestængernes øverste Ender hvile paa Dødpladen, som udgaar fra Fyrkarmen, der er boltet til Kedlens Forplade. Over Risten er der i Fyrkarmen en eller to Fyrdøre, der ind mod Fyret have Brændplader, som skærme Dørene mod Varmeudstraalingen fra Fyret.

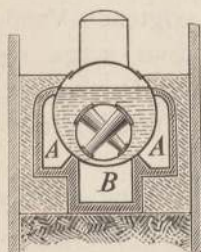


Fig. 258. Tversnit.

Under Risten findes Askegraven, i hvis Munding i Fyrkarmen, Dæmperhullet, er anbragt en til dette sluttende Plade, Dæmperen. Gennem Dæmperhullet, Askegraven og Ristestængernes smalle Mellemrum strømmer Luften op til Kullaget paa Risten; Lufttilstrømningen afpasses ved at stille Dæmperen mere eller mindre skraat. De Luftarter, som dannes ved

Kullenes Forbrænding, tillige med den Del af den atmosfæriske Luft, som ikke har gjort Nytte ved Forbrændingen, hvilke under eet benævnes Forbrændingsprodukterne eller Røgen, strømme fra Risten gennem hele Ildrummet og ud i den fri Luft gennem Skorstenen. Det er de i denne værende Luftarters ringe Vægtfylde, sammenlignet med den fri Lufts, som fremkalder Luftstrømningen gennem Ildrummet; man kalder det naturlig Træk.

For at ingen Dele af Kedlens indre Vægge skulle blive glødende, ere de overalt dækkede af Vand. Dette optager altsaa Varmen fra Ildstedet, smaa Dampblærer stige til Vejrs gennem Vandmassen, og den dannede Damp opsamles i Kedlens øvre Del, Damprummet.

Gennem Mande- og Mudderdøre har man Adgang til Kedlens Indre for dettes Eftersyn, Rensning og Istand-sættelse.

Den almindelige Landkedel er vist i Fig. 257 og 258; Fig. 257 fremstiller et Snit, Længdesnit, paa langs af Kedlen, og Fig. 258 et Tværsnit af den. Selve Kedlen bestaar af en cylindrisk Yderskal, samlet af Ringe (i Figurens 5); hver Ring bestaar af en eller flere Plader. Disse ere nutildags af, hvad man kalder blødt Staal, d. v. s. Staal, som er stærkt, smidigt og svejsbart. De enkelte Plader i Ringene og disse indbyrdes samles ved Nitning: man passer Pladerne sammen, borer Huller langs Kanterne og isætter glødende Nagler, paa hvilke man hamrer et Hoved; naar Naglerne blive kolde, trække de sig sammen og klemme derved Pladerne til hinanden (Fig. 259).

For Enderne lukkes Kedlen af de to plane Endebunde, For- og Bagpladerne. Kedlens Ildrum er dannet af en lang, cylindrisk Fyrkanal, som ligger paa langs af Kedlen mellem dennes Endebunde og bæres af disse. I Fig. 257 er Fyrkanalens Ende vist bølgeformet, Fox's

bølgede Kanal; paa dette Sted bør Kanalen være særlig stærk, fordi Heden her er stærkest. Figuren viser Risten med Kullaget hvilende paa den.

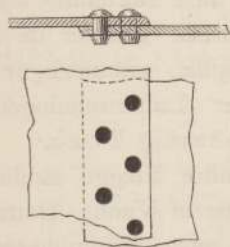


Fig. 259. Nitning.

Uden om Kanalen er Vand til omtrent $\frac{3}{4}$ af Kedlens Højde. For at forøge Hedefluden og fremme Vandets Kredsløb er der ofte paa tværs i Kanalen anbragt koniske Rør, Galloway's Rør (i Figuren 7), som ere fyldte med Vand og ligge noget paa skraa (Fig. 258). Flammen fra Fyret spiller uden om disse Rør og afgiver Varme til Vandet i dem.

Kedlen bæres af Murværk, hvori findes de fornødne Kanaler for Røgen. Efter ved Kedlens Bagende at have forladt Fyrkanalen, strømmer Røgen først ind i to Side-

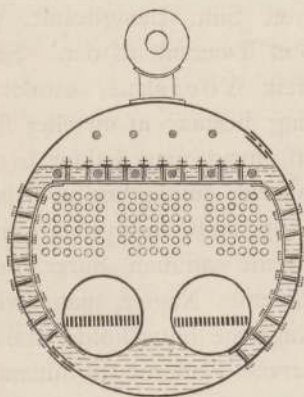


Fig. 260.

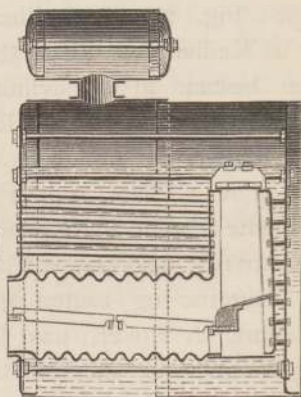


Fig. 261.

Den almindelige Skibskedel.

kanaler A (Fig. 258), hvor den gennem Yderskallen afgiver Varme til Kedelvandet. Ved Kedlens Forende gaar Røgen fra Sidekanalerne over i en Bundkanal B og herfra videre til Skorstenen S (Fig. 257), der er bygget af Sten.

Paa Toppen af Yderskallen er vist en cylindrisk Opbygning, Damphatten, hvorfra Dampen tages til Maskinen.

I Fig. 257 har Kedlen, der kaldes den corniske (cornwall'ske) Kedel, kun een Fyrkanal. Større Landkedler have to ved Siden af hinanden liggende Kanaler, Lancashire Kedler.

Den almindelige Skibskedel er vist i Fig. 260 i Tværsnit og i Fig. 261 i Længdesnit. I et Skib spiller Vægten af alt, hvad der er om Bord, den største Rolle; thi jo tungere f. Eks. Kedlerne ere i en Fragtdamper, des mindre Ladning kan denne tage, dersom dens Dybgaaende ikke maa overskrides, og des daarligere betaler Skibet sig. Skibskedlen maa derfor have en stor Hedeflade i et lille Rum; Landkedlens tunge Murværk, der, foruden at bære Kedlen, tillige skal hindre Varmeudstraalingen fra denne, kunne vi ikke benytte til Søs. Skibskedler bæres af lette Jernstrøer og beklædes paa Yderfladen af et let, tyndt varmeisolerende Stof, saasom Filt, Kork, Asbest e. l.

Den i Fig. 260 fremstillede Skibskedel har 2 korte, bølgede, ved Siden af hinanden stillede Fyrkanaler, som udgaa fra Forpladen og ved den anden Ende udmunde i Forbrændingskamret, der er vist fælles for begge Kanaler; hyppigt har dog hver af disse sit Kammer. Dette Rum tjener til at fuldstændiggøre Forbrændingen, idet de af Kullene ved Ildstedets Varme uddrevne Gasarter, der i Sammensætning ligne almindelig Belysningsgas, blandes med den atmosfæriske Luft og brænde i Forbrændingskamret.

Fra dette strømme Forbrændingsprodukterne ind i Kedelrørene, hvoraf der findes et Par Hundrede i en stor Kedel; i disse Rør afgive Forbrændingsprodukterne Resten af den nyttige Varme. Omtrent $\frac{1}{4}$ af den i Ild-

stedet udviklede Varme gaar tabt som Spildevarme gennem Skorstenen.

Fra Kedelrørene strømme Forbrændingsprodukterne gennem Røgkammer og Optræk til Skorstenen.

Kedelvandet naar op til c. $\frac{3}{4}$ af Kedlens Højde (Diameter), hvad der vil være c. 6" over Forbrændingskamrets Topplade. Kedlen er udsat for et ofte betydeligt indvendigt Tryk. Da dens Yderskal er cylindrisk, behøver den ingen Afstivning, thi Trykket vil af sig selv søge at gøre den cylindrisk. De flade Endebunde maa derimod forbindes indbyrdes ved lange Staalstænger, Stag, thi ellers ville de bule ud og maaske give efter for Trykket. Ligeledes maa Forbrændingskamrene afstives ved Støttebolte, dels indbyrdes dels til Yderskallen og Bagpladen. Denne Afstivning hemmer i høj Grad Adgangen til Kedlens Indre, men den kan ikke undgaas, thi man maa fremfor alt være sikker paa, at Kedlen kan bære Trykket.

Større Skibe have flere Kedler; disse ligge i Reglen ved Siden af hinanden; deres Optræk føre til en eller flere Skorstene.

Lokomotivkedlen ligner den almindelige Skibskedel, kun er Ildstedet af rektangulært Tværsnit, aabent forneden mod Risten, og Kedelrørene ligge i Ildstedets Forlængelse. Som Navnet antyder, benyttes denne Kedel fortrinsvis paa Lokomotiver, men vi træffe den ogsaa i mindre Baade.

Vandrørskedlen. I store Kedler med højt Tryk er Yderskallens Godstykkelse c. $1\frac{1}{2}$ "; Plader af større Tykkelse end denne ere meget vanskelige at behandle; da der tillige er betydelige økonomiske Fordele ved at anvende høje Kedeltryk, har man i den nyeste Tid saa vel til Lands som til Søs begyndt at indføre Vandrørskedler, som ved i det væsentlige at bestaa af smaa Rør (1" til

4" i Diameter) let kunne gøres stærke nok til at bære meget høje Tryk med en ringe Godstykkelse ($\frac{1}{12}$ " til $\frac{1}{4}$ "); Vandet og Dampen ere nemlig inden i Rørene, saa at disse ere udsatte for et indvendigt Tryk.

Vandrørskedlen besidder desuden den meget væsentlige Fordel, at den kun indeholder lidt Kedelvand; skulde en Kedelsprængning indtræffe, vil Skaden derfor ikke blive saa stor som ved den almindelige Land- eller Skibs-

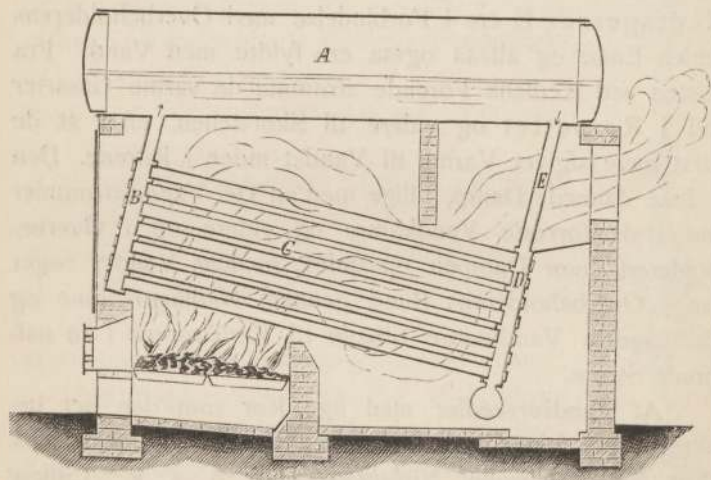


Fig. 262. Vandrørskedel.

kedel, der begge rumme store Vandmængder; vi komme senere tilbage hertil. Vandrørskedler kaldes derfor ogsaa Sikkerhedskedler. De besidde desuden den Fordel, at de kunne taale stærk Forcing, d. v. s. Forbrænding af en stor Mængde Kul paa Risten i kort Tid, naar det gælder om at udvikle store Dampmængder. Vandrørskedlen bliver derved lettere i Forhold til dens Dampudviklingsevne end andre Kedler, et stort Fortrin ved en

Skibskedel. I det hele taget synes Vandrørskedlen at blive Fremtidens Dampudvikler.

Fig. 262 viser en Vandrørskedel til Landkedelanlæg, f. Eks. til Centralstationer. Foroven har Kedlen en lang cylindrisk Overbeholder A, omtrent halvt fyldt med Vand. Dette fylder desuden nogle fra Overbeholderens Underende udgaaende Vandkamre B samt de i disse indsatte, lidt skraat liggende Kedelrør C; disses nederste Ender ere indsatte i lignende Vandkamre D, der gennem Nedtagerrør E ere i Forbindelse med Overbeholderens anden Ende og altsaa ogsaa ere fyldte med Vand. Fra Risten ved Kedlens Forende strømme de varme Gasarter ind i Rørnettet og videre til Skorstenen, efter at de først have afgivet Varme til Vandet inden i Rørene. Den i disse dannede Damp, tillige med en Del Vand, strømmer ind i de forreste Vandkamre og videre op i Overbeholderen, hvor Dampen opsamles, medens Vandet søger langs Overbeholderens Bund gennem Nedtagerrørene og de bageste Vandkamre tilbage til Kedelrørene i en uafbrudt Strøm.

Af Vandrørskedler med lige Rør som den her beskrevne ere følgende de bedst kendte: Babcock & Wilcox (Fig. 262), Belleville, Niclausse, Dürr o. s. v. I disse Kedler kunne Rørene med forholdsvis Lethed renses indvendig; dette er derimod ikke Tilfældet i Kedler med krumme Rør, af hvilke Thornycrofts' Ekspres-Vandrørskedel er den mest benyttede; denne egner sig særlig til Skibe og Torpedobaade, hvor der skal udvikles en stor Maskinkraft med en ringe Kedelvægt. Den krumme Form giver nemlig Rørene den fornødne Spændighed, saa at de kunne frit strække og trække sig sammen under de veksellende Varmegrader i Ildstedet. Denne Egenskab besidde Vandrørskedler med lige Rør ikke, hvorfor disse Kedler ikke kunne taale Forcing saa godt som Ekspreskedlerne.

Ekspreskedlen arbejder i Reglen med kunstig Træk; d. v. s. ved Hjælp af kraftige Blæsemaskiner presses Luft gennem Dæmperhullerne ind til Fyret, saa at man i en given Tid kan forbrænde flere Hundrede Procent mere Kul paa Risten og faa udviklet en omtrent tilsvarende Dampmængde, end om man kun benytter naturlig Træk.

Kedelbeslagene ere Fællesbenævnelser for det nedenfor nævnte Tilbehør, som befæstes til Kedlens Yderskal og Endebunde. De omfatte de fornødne Apparater til:

at angive Vandhøjden i Kedlen: Vandstandsglas og Prøvehaner,

at afpasse Kedelvandets Tilgang: Fødeventilen,

at afpasse Kedelvandets Afgang: Skum- og Bundhaner,

at maale Dampens Tryk: Trykmaaleren,

at begrænse Dampens Tryk: Sikkerhedsventiler,

at afpasse Dampens Afgang: Stopventilen.

Vandstandsglasset (Fig. 263) anbringes paa et iøjnefaldende Sted paa Kedlens Forplade. Det bestaar af et stærkt Glasrør, hvis øverste Ende gennem en Metalkapsel med Hane er i Forbindelse med Kedlens Damptrum, medens den nederste Ende ved en lignende Kapsel med Hane er i Forbindelse med Vandrummet; Vandet vil derfor staa i samme Højde i Glasset som i Kedlen.

Undertiden springer Glasset, f. Eks. naar det udsættes for en Trækvind, Regn e. l.; Vand og Damp ville da udstrømme med stor Voldsomhed af Glassets Ender, og Fyrbøderen maa derfor skynde sig med at lukke Hannerne, dækkende Haanden med f. Eks. sin Hue. For at skærme ham mod de omkringflyvende, glohede Glasstumper, er



Fig. 263.
Vandstandsglas.

Glasset ofte omgivet af en stærk Glasskærm. Undertiden anvendes selvlukkende Vandstandsglas, d. v. s. Glas, som have en indvendig Mekanisme, der lukker for Vand og Damp, naar Glasset springer.

Prøvehanerne tjene til at bestemme Vandhøjden i Kedlen, naar Vandstandsglasset er i Uorden, eller man vil kontrollere dets Visning. Den ene anbringes omtrent ved den normale Vandhøjde ud for Glassets Midte, den anden lidt over og den tredje lidt under denne. Fig. 264 viser en saadan Prøvehane; aabnes den øverste Hane, skal der udstømme Damp, den mellemste skal give en Blanding af Vand og Damp og den underste Vand alene.

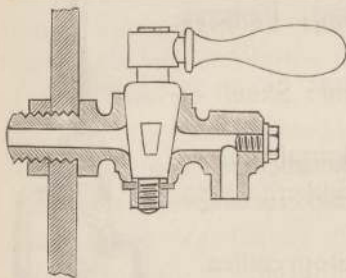


Fig. 264. Prøvehane.

Fødeventilen. Naar Maskinen er i Gang, tager den sin Damp fra Kedlen, og da denne Damp er dannet af Kedelvandet, maa der tilføres Kedlen nyt Vand, Fødevandet, for at Vandhøjden i Kedlen kan forblive uforandret. Er Maskinen i

Gang, indpumpes Fødevandet af en af denne trukken Fødepumpe; jo hurtigere Maskinen gaar, des mere Fødevand skal der altsaa tilføres Kedlen, og des hurtigere trækkes Fødepumpen ogsaa af Maskinen, saa dette passer godt sammen. Fødepumpen kan imidlertid komme i Uorden, og da der ogsaa skal kunne pumpes Fødevand paa Kedlen, naar Hovedmaskinen og derfor ogsaa Fødepumpen staar stille, have vi et andet Middel: en af en særskilt Dampcylinder trukken Kedelpumpe til at pumpe Vand paa Kedlen. Ved Landkedelanlæg benyttes ofte en Straaleføder (Injektor) til Fødning af Vand paa Kedlen:

Kedeldamp strømmer ind i Straaleføderen, river Fødevandet med sig og trykker det ind paa Kedlen.

Fra Fødepumpen og Kedelpumpen føre stærke Kobber-rør, Føderørene, Fødevandet til hver sin Fødeventil paa Kedlens ene Endebund. Fødeventilen forhindrer, at Kedelvandet strømmer ud af Kedlen gennem Føderøret.

Paa Føderørsledningen er ofte anbragt en Fødevandsforvarmer, hvor Fødevandet opvarmes af Forbrændingsprodukternes Spildevarme — den er da anbragt i Skorstensoptrækket, — eller af Damp fra Kedlen eller Maskinen. Ved Forvarmere spares ofte en Del Brændsel, fordi Vandet allerede er opvarmet omtrent til Kogepunktet, inden det strømmer ind i Kedlen.

Skum- og Bundhanerne. Søvand indeholder, som bekendt, en Del Salte, navnlig Kalksalte og Kogsalt. Fordamper Søvand i en Kedel, blive Saltene tilbage, men medens Kalksaltene ere uopløselige i Kedelvandet ved de nu anvendte Tryk, forbliver Kogsalt opløst, saa længe Salmængden i Kedelvandet, dettes Saltholdighed, holdes under en vis Grænse. Bruges derfor salt Fødevand, vil en stor Del af de uopløselige Kalksalte fæstne sig paa Kedlens indre Vægge og Rør som en haard Skal, Kedelstenen, der foruden at være til stor Skade for Kedlens Plader tillige i høj Grad formindsker Kedlens Dampudviklingsevne; Kedelstenen er nemlig en slet Varmeleder, og har der dannet sig et tykt Lag paa Hedefladen, vil Varmen have Vanskelighed ved at trænge gennem denne; en stor Del af den i Ildstedet udviklede Varme vil derfor gaa tabt gennem Skorstenen som Spildevarme, Kedlen bliver mindre nyttevirkende end før, vi bruge alt-saa mange Kul.

For at formindske Kedelstensdannelsen og hindre Kogsaltet i at udskilles — skulde det ske, vil det kunne medføre Fare for Kedlen, — holdes Kedelvandets Salt-

holdighed inden for 2 til 3 Gange Søvandets, idet man gennem Skumhanen nu og da eller uafbrudt tømmer Vand af Kedlen, skummer, og erstatter det med det mindre saltholdige Søvand. Saltholdigheden aflæses paa en Flydevægt, Saltmaaleren, som nedsænkes i aftappet Kedelvand.

Ved Skumningen lider man et Varmetab, idet man ingen Nytte faar af den Varme, der i Kedlen er tilført det udskummede Kedelvand. Dels af denne Grund, dels fordi vi trods Skumningen ikke helt kunne undgaa Dannelsen af Kedelsten, benyttes salt Fødevand nu kun sjældent.

Ved mindre Dampkedelanlæg paa Landjorden, Lokomotiver og Skibe, der sejle paa Søer og Floder, benyttes fersk Fødevand; dette indeholder kun Salte i ringe Mængder, men efter nogen Tids Brug kunne Kedlerne dog have Kedelsten; mange forskellige Midler, dels kemiske dels mekanisk virkende, anvendes herimod med mere eller mindre Held. Fersk Vand fra Brønde og Floder indeholder desuden organiske Bestanddele, der samle sig som Slam og Mudder ved Kedelbunden, og som derfor nu og da maa tømmes af Kedlen, udblæses, gennem Bundhanen.

I moderne større Landmaskinanlæg samt alle nyere Dampskibe fortættes Maskinens brugte Damp i en Overfladekondensator, og det saaledes dannede, destillerede Fortætningsvand, der jo altsaa er saltfrit, benyttes som Fødevand til Kedlen. Vi ere paa denne Maade fri for Kedelsten, men til Gengæld er der den meget alvorlige Ulempe ved Overfladekondensatoren, at Fedtstofferne fra Smøringen af Maskinens indre Dele følge med Fødevandet ind i Kedlen; disse Fedtstoffer ere meget slette Varmeledere; have de i større Mængde lejret sig paa Hedefladen, kan dette faa alvorlige Følger, saa som en Nedtrykning eller Sammenklapning af Fyrkanalerne, og i værste Tilfælde en Kedelsprængning. Forinden de synke ned i

Vandmassen, svømme de nogen Tid paa Vandoverfladen; man kan da fjerne dem ved Skumning fra Overfladen, hvilket sker gennem Skumhanen.

Trykmaaleren. Fyres der op, og Kedlens Indre er i Forbindelse med Atmosfæren, vil Kedelvandet koge, naar Varmegraden er naaet til 100° C. Lukkes nu Kedlens Aabninger, stiger Kedelvandets Varmegrad jævnt, og Damprummet fyldes med Damp af voksende Tryk. Da Damprummets Størrelse er uforandret, vil det kunne indtage en tiltagende Vægt af Damp, og samtidig bliver Rumfanget af hver Vægtedel Damp mindre og mindre og Dampens Varmegrad højere. Den dannede Damp siges at være mættet; en af dens Egenskaber er, at dens Tryk og Varmegrad følges ad, og denne Varmegrad er praktisk taget den samme som Kedelvandets.

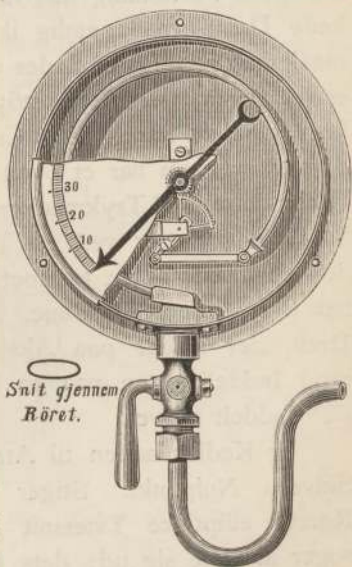


Fig. 265. Trykmaaler.

Dampens Tryk angives i Pund paa $\square$ " eller i Atmosfærer. Til 1 Atm. svarer 14,7 Pund paa $\square$ " (engelsk Maal og Vægt) eller omtrent 1 Kg. paa $\square$ cm. Ved Forsøg har man fundet, at ved

1	Atm.'s Tryk	er Dampens Varmegrad	100 ^o
2	—	—	121 ^o
5	—	—	152 ^o
10	—	—	180 ^o
20	—	—	215 ^o

For Tiden er 20 Atm.'s Tryk eller c. 300 Pund paa $\square$ " det højeste Tryk, man anvender i Kedler.

Trykmaaleren tjener til Maaling af Trykket i Kedlens Indre. Den anbringes paa et fra Fyrpladsen iøjnefaldende Sted paa Kedlens Forplade. Fra Damprummets Top udgaar et Kobberrør, der er bøjet i U-Form, for at der ved Dampens Fortætning kan dannes en Vandsæk i det; den hede Damp maa nemlig ikke trænge ind i selve Trykmaaleren; paa Røret findes en Afspærringshane og øverst selve Trykmaaleren (Fig. 265). I dennes Kasse, der er en lav Cylinder, findes det i Cirkelform bøjede, hule Bourdon-Rør, som har et ovalt Tværsnit, og hvis Indre er i Forbindelse med Trykmaalererrøret. Bourdon-Rørets inderste lukkede Ende er ved en Trækstang i Forbindelse med den ene Ende af en toarmet Vægtstang, hvis anden Ende har Form af en Tandbue. Denne er i Indgreb med et Drev, der sidder paa Akslen til en Viser, som peger mod Inddelingerne paa en i Atmosfærer eller Pund paa $\square$ " inddelt Skive.

Er Kedlen aaben til Atmosfæren, staar Viseren paa Skivens Nulpunkt. Stiger Trykket, nærmer Bourdon-Rørets elliptiske Tværsnit sig til det cirkulære, Røret søger at rette sig ud; dets fri Ende bevæger sig udefter, og Viseren drejes samme Vej som Viseren paa et Ur. Trykmaaleren angiver altsaa Overtrykket i Kedlen, d. v. s. Trykket over Atmosfæren; det virkelige, absolute Tryk i Kedlen er = Overtrykket + 1 Atm. Staar Trykmaaleren f. Eks. paa 90 Pund paa $\square$ ", er Overtrykket i Kedlen c. 6 Atm. og det absolute Tryk c. 7 Atm.

Ved det størst tilladelige Tryk, hvorved Kedlen maa arbejde, Kedeltrykket, er tegnet en rød Streg paa Trykmaalerens Skive; i Reglen fortsættes Inddelingerne til et noget højere Tryk. Under Kedlens Trykprøve, der

foretages med 1 til 3 Aars Mellemrum og bestaar i at pumpe Vand ind i Kedlen, til Prøvetrykket er naaet, undersøger man, om Kedlen er stærk og tæt ved dette Tryk. (Ved højere Tryk er Prøvetrykket = Kedeltrykket + 5 Atm.). Dette er det eneste Tilfælde, hvor det indvendige Tryk er større end Kedeltrykket. Det Tryk, som under Maskinens Gang findes i Kedlen, kaldes Arbejdstrykket; det er enten ligt eller mindre end Kedeltrykket, men maa aldrig blive større end dette.

Sikkerhedsventiler. Dersom alle Udgange for Dampen i Kedlen ere lukkede og man vedbliver at fyre, vil Trykket til sidst blive saa stort, at Kedlen ikke kan bære det og vil sprænges mod stor Voldsomhed. For at forebygge dette anbringes i direkte Forbindelse med Damprummet i Kedlen selvvirkende Sik-

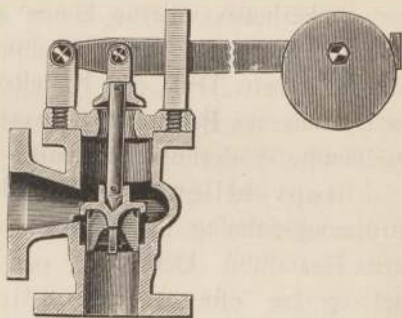


Fig. 266. Sikkerhedsventil.

kerhedsventiler, som aabne sig og lade Dampen slippe ud, naar dennes Tryk bliver større end Kedeltrykket, og som lukke sig, naar Damptrykket bliver mindre end dette. Ventilaabningerne maa være saa store — hver større Kedel har to Ventiler, — at den Dampmængde, Kedlen kan udvikle, kan strømme ud af dem.

Nutildags anvendes Sikkerhedsventiler med indirekte Vægtbelastning eller direkte Fjederbelastning. Fig. 266 viser en af den første Slags. Mod Spindelen paa Ventilen, der hviler paa sit Sæde i et Ventilhus, trykker en enarmet Vægtstang; paa dennes fri Ende findes en Vægt, hvis Størrelse er saaledes beregnet, at Ventilen

løfter sig og lader Dampen slippe ud, naar Trykket paa Ventilens Underside er naaet til Kedeltrykket. Fra Ventilhuset udgaar en Tud til Spilledamprøret, der leder Spilledampen ud i det fri og i Skibe føres op langs Skorstenen. Stoppes Maskinen pludselig, eller ligger en Damper med Dampen oppe og venter paa at gaa, stiger Trykket ofte op til Kedeltrykket, og vi se da Dampen undertiden med stor Larm udstømme af Spilledamprøret. I en Sikkerhedsventil med direkte Fjederbelastning tilvejebringes Trykket paa Ventilen ved en stærk Spiral-fjeder.

Sikkerhedsventilerne kunne aabnes, lettes, fra Fyrpladsen, naar man ønsker at slippe Dampen ud af Kedlen ved et lavere Tryk end Kedeltrykket; at forøge Sikkerhedsventilernes Belastning ud over den af Synsmændene godkendte er derimod strafbart.

Stopventilen er en almindelig Ventil, hvis Gennemstrømningsaabning for Dampen kan afpasses ved at dreje dens Haandhjul. Den sidder paa Kedlens Top eller Damphat og har ofte et indvendigt Damprør, som udmunder paa det højeste Sted i Kedlens Indre; det gælder nemlig om, at Dampen er saa tør som muligt, d. v. s. ikke blandet med Vanddraaber, naar den ledes til Maskinen. Aabnes Stopventilen, ledes Dampen gennem Damprøret til Maskinen. Da der i de senere Aar gentagne Gange er indtruffet Brud paa de dampførende Dele, og dette i Reglen er ledsaget af alvorlige Ulykkestilfælde, har man for nylig indført hurtiglukkende Stopventiler, d. v. s. man kan fra Maskinrummet, Dækket eller andre Steder lukke Ventilen og derved standse Dampudstrømningen ved blot at trække i en Snor.

Fra Kedlens Stopventil udgaar Damprøret, der leder Dampen til Maskinen; paa dette Rør findes de fornødne Apparater til at fjerne Vandet fra Dampen (Separa-

torer, Vandudladere o. s. v.) samt Midler til Afpasning af Damptilførselen til Maskinen (Ligevægtsventiler og Spjæld).

I Skibe finde vi et Damprør til Dampfløjten, Skibets Losse- og Ladespil, Ankerspillet, Styremaskinen o. s. v.

Brændslet til Land- og Skibskedler er i Almindelighed Kul, undtagelsesvis benyttes Cokes, Brænde og Tørv. Ved Landkedelanlæg og i Handelsdampere bruges i Reglen de billige, flammende, stærkt rygende og sodende, fede Newcastle-Kul og skotske Kul; i Orlogsskibe foretrækkes de svagt rygende, mere varmegivende men ogsaa lidt dyrere, magre Wales-Kul. Undertiden anvendes Formkul (Briketter), d. e. murstenslignende Kul, som formes ved Sammenpresning af Smaakul med Tjære.

I Rusland benyttes Brændeolie i stor Udstrækning som Brændsel i Stedet for Kul. Den fra Petroleumskilderne ved Baku oppumpede Jordolie destilleres, og efterhaanden, som Destillationen skrider frem, indvindes Æter, Benzin, Lysolier og Smøreolier m. m.; tilbage bliver et Stof, Astatki, der er et fortrinligt Brændsel, idet dets Varmeevne er c. 50 % højere end Kuls. Brændeolien (Astatkien) opbevares i Beholdere paa Lokomotivet eller i Skibet; med en Dampstraalefoder trykkes den ind i Fyret, hvorved den forstøves og bryder i Flamme, som i Reglen er rettet mod en i Fyret staaende, glødende Mur. I den nyeste Tid benyttes Brændeoliefyring ogsaa i andre Lande, særlig i disses Krigsskibe, undertiden i Forening med Kulfyring. Der er mange Fordele ved Brændeoliefyring, men for Tiden staar Brændeoliens høje Pris hindrende i Vejen for en almindelig Indførelse.

Kedlens Pasning. Skal en Kedel tages i Brug, fyldes den til normal Vandhøjde med Vand, i Landkedler

og moderne Skibskedler fersk Vand, i almindelige Skibskedler rent Søvand. Et Fyr, bestaaende af tørt Brænde, Kul og fedtet Tvist, d. v. s. Bomuldsaffald, som har været benyttet til Maskinens Aftørring, lægges paa Risten. Der stikkes Fyr saa betids, at Dampen kan være oppe til rette Tid. Tiden for Dampopsætningen er meget forskellig; under almindelige Forhold ere 2 til 4 Timer tilstrækkelige; i store Kedler anvendes 8 til 12 Timer hertil; Kedlens Opvarmning maa nemlig være jævn og ikke for hurtig, da Pladesamlingerne i modsat Fald blive lække. I Ekspreskedler derimod kan Dampen sættes op fra koldt Vand til over 100 Punds Tryk paa mindre end $\frac{1}{2}$ Time, hvad der er af stor Betydning for Krigsskibe.

Under Maskinens Gang har Fyrbøderen først og fremmest at drage Omsorg for, at Kedeltrykket holdes med normal Vandstand. Han iagttager stadig Trykmaaler og Vandstandsglas. Stiger Trykket, fyrer han mindre paa og lukker Dæmperne lidt til; falder det, forstærker han Fyringen, og Dæmperne aabnes.

Kullene rages frem paa Fyrpladsens Gulv, Dørken, foran Kedlerne; naar der skal fyres, aabnes Fyrdøren, og Kullene kastes paa Risten med Fyrspaden; man lukker derefter Fyrdøren hurtigst muligt, for at der ikke skal strømme kold Luft ind i Kedlen; dette vilde nemlig have skadelige Følger for Kedlens Holdbarhed, idet den ved Luftens kølende Virkning frembragte Sammentrækning af Plader og Rør let bringer disse til at lække ved Samlingerne.

Fyret holdes jævnt og omtrent lige tykt over hele Risten; blottede Huller i denne dækkes med Kul. Der paafyres med regelmæssige Mellemrum, f. Eks. hvert 10de til 20de Minut, under Forcing hyppigere, ofte hvert andet Minut. Lufttilførslen afpasses med Dæmperne; for lidt Luft giver en ufuldstændig Forbrænding, d. v. s. vi drage ikke den fulde Nytte af Kullenes Varmeevne; for

megen Luft er ogsaa uheldig, fordi Luften da virker kølende i Ildstedet, og desuden gaar den Varme tabt, som den overflødige Luft fører med sig ud af Skorstenen.

Nu og da jævnes Fyret med Rageren: en Plade paa tværs paa Enden af en lang Stang, og klares med Syvtallet: et paa Enden af en lang Stang anbragt Jernblad, som Fyrbøderen stikker op mellem Ristestængerne, hvorved han renser disses Mellemrum. Efter nogle Timers Dampning underkastes Fyrene en omhyggelig Rensning, de uforbrændelige Dele: Asken og Slaggen fjernes, og Risten renses. Efter længere Tids Dampning maa Kanaler og Rør desuden renses for Sod og Aske og Kedlens Indre for Mudder, Kedelsten o. s. v.

En dygtig Fyrbøder forstaar at fyre saaledes, at kun en svag, gennemsigtig Røg forlader Skorstenen. Røgens Synlighed skyldes det i Form af Kulstøv udskilte, ikke brændte Kulstof; selve Luftarterne i Røgen ere usynlige. Da Røgen er til Gene, særlig i store Byer, forsynes disses Kedelanlæg ofte med røgfortærende Apparater, d. v. s. selvvirkende Apparater, som tilføre Luften i en saadan Mængde og paa saadanne Steder i Ildrummet, at Forbrændingen bliver saa nær fuldstændig som muligt.

Fyrbøderen sammenligner nu og da Prøvehanernes Angivelser med Vandstandsglassets. Bliver Vandstanden for høj, aftager Damprummets Størrelse, det indvendige Damprørs Munding kommer nærmere ved Vandoverfladen, og der kan indtræffe Overkog, d. v. s. der sker en pludselig Opbrusning og Dampdannelse i Vandmassen, Vand slynges op i Damprummet og rives med Dampen ind i Maskinen, hvor det kan foraarsage Brud paa dennes Cylindre. Overkog kan ogsaa skyldes en for hurtig Igangsætning af Maskinen, en pludselig Aabning af Stopventilen, urent Fødevand o. s. v. Er Vandstanden for lav, glemmer Fyrbøderen f. Eks. at føde Vand paa Kedlen, og synker

Vandoverfladen under de af Flammen berørte indre Kedelvægge, kunne disse blive glødende og ere da saa svage, at de kunne give efter for Trykket; i værste Tilfælde revne Pladerne, Vand og Damp udstømmer af Kedlen, Trykket falder pludselig, og da Kedelvandets Varmegrad er højere end den, der svarer til det lave Tryk, frigøres der Varme, som vil danne ny Damp; Kedlen sprænges med stor Voldsomhed, løftes ofte op fra sit Leje og slynges langt bort; i Reglen er Kedelsprængning ledsaget af Tab af Menneskeliv. Den hyppigste Aarsag til Kedelsprængning er Vandmangel, men den kan ogsaa skyldes et for højt Tryk, Sikkerhedsventilerne kunne saaledes være hindrede i at aabne sig, naar Kedeltrykket overskrides; en for svag Afstivning af Kedelvæggene, tærede Plader, mange Fedtstoffer eller Kedelsten paa Hedefladen o. s. v. kunne ogsaa være Aarsagen.

DAMPMASKINEN.

Dampmaskinen. I det foregaaende have vi set, hvorledes Dampen dannes, og skulle nu gennemgaa, hvorledes den bruges. Fig. 267 viser en opretstaaende Dampmaskine. I en nøjagtig udboret Cylinder C, vist i Snit i Figuren, kan en rund Skive B, Stemplet, vandre damp-tæt op og ned; Cylinderens Ender benævnes Toppen og Bunden. Toppen lukkes med et Dæksel E, medens Bunden er støbt i eet med Cylinderen. Gennem en Krumtappmekanisme overføres Stemplets Bevægelse til Krumtapakslen N, der i Figuren er set ind fra Enden; til Stemplet er nemlig befæstet en Stempelstang P, der kan vandre damptæt gennem en Pakdaase i Cylinderens Bund; paa Stempelstangens fri Ende findes Krydshovedet S, hvorfra Plejlstangen H overfører Bevægelsen til Krumtappen; denne er en Bugt paa Krumtapakslen (Fig. 268); Krumtappens Længde maa være det halve af Stemplets Vandring i Cylinderen, Stempelslaget; dette bliver derved lig Diameteren i den Cirkel, Krumtappinden K beskriver.

Krydshovedet S er styret langs Styreplanet, og dette skal hindre, at Stempelstangen bliver bøjet; Krumtap-

akslen gør jo nemlig Modstand mod Drejning, svarende til det Arbejde, Maskinen udretter, hvorfor Plejlstangen

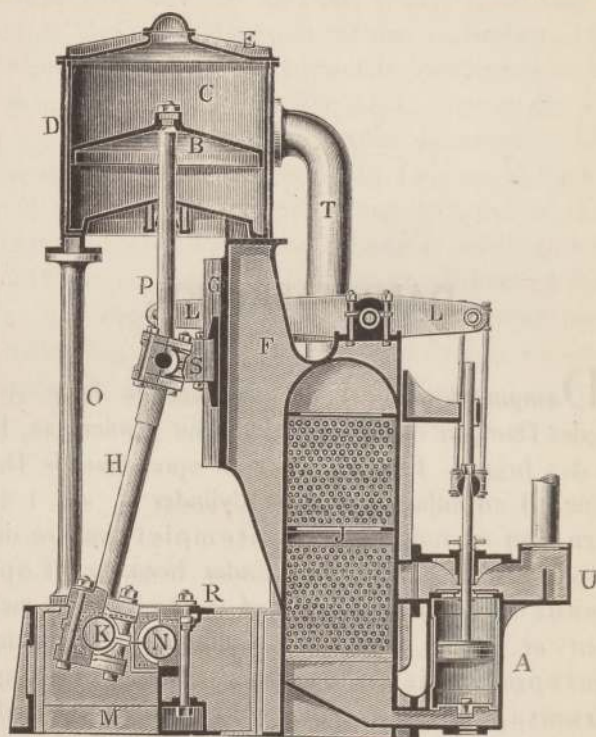


Fig. 267. En opretstaaende Dampmaskine.

vil udøve et Reaktionstryk mod Krydshovedet; dette Tryk kan opløses i to Komposanter, hvoraf den ene falder i Stempelstangens Retning, medens den anden virker vinkelret paa denne; denne sidste Komposant, Side-trykket, optages af Styreplanet.

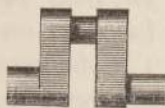


Fig. 268. Krumtap.

Krumtapakslen drejes rundt i Hovedlejerne R, der ere anbragte i Bundrammens Tværstræbere M. Hovedlejerne saavel som Plejlstangens Ender have Pander, der, som vist i

Fig. 267, sammenholdes med lange Bolte. Cylinderen bæres af Maskinsøjlen O og Maskinstativet F, der begge staa paa Bundrammen.

Alle Slidflader i Maskinen ere forsynede med de fornødne Apparater til deres Smøring med Maskinolie, de vigtigste tillige med Ledninger for Afkølingsvand, der tilføres, naar Slidfladen løber varm.



Fig. 269.

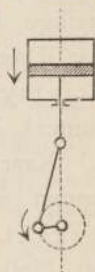


Fig. 270.

I Skruedampskibe er Drivskruen fastkilet paa den agterste Aksellængde, Skruesakslen, der gennem Mellemaksler og Trykakslen er i Forbindelse med Maskinens Krumtapaksel.

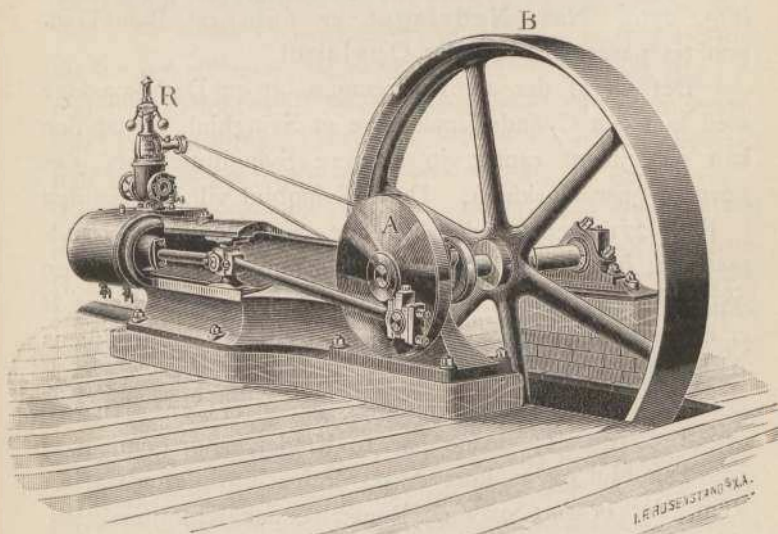


Fig. 271. En almindelig Landmaskine.

Dampen indlades skiftevis paa den ene og anden Side af Stemplet, Maskinen er altsaa dobbeltvirkende;

naar Dampen har virket i Cylinderen, lader man den strømme ind i Udstrømningsrummet, hvor Trykket er lavere; vi ville snart se, hvad dette Rum er i de forskellige Maskintyper. For at Maskinen kan gaa rundt, maa Dampens Tryk paa den virkende Side af Stemplet, Drivtrykket, være større end Trykket i Udstrømningsrummet, Modtrykket.

Naar Stemplet er i Top eller Bund, staar Krumtappen paa Dødpunktet; i den Stilling kan Stempeltrykket ikke virke til Drejning af Akslen, fordi Krumtap, Plejl- og Stempelstang ere i een ret Linie (Fig. 269), men er Krumtappen drejet forbi f. Eks. Topdødpunktet, og er der indladt Damp paa Stemplets Overside, vil Stempeltrykket gennem Stempel- og Plejlstangen trykke Krumtappinden nedefter, hvorved denne drejes rundt (Fig. 270). Naar Nedslaget er forbi og Bund-Dødpunktet passeret, begynder Opslaget.

Det vil af det anførte fremgaa, at en Dampmaskine med kun een Cylinder maa have et Svinghjul, for at den kan gaa jævnt rundt; jo sværere Svinghjulet er, des jævner gaar Maskinen. Dette Svinghjul vil ses paa den i Fig. 271 fremstillede liggende Enkeltcylinder-Landmaskine; her dannes Krumtappen af en Pind, indsat i en Skive A paa Enden af Krumtapakslen, og Svinghjulet B er tillige Remskive for Remmen, der trækker Fabrikkens Akselledning.

Paa Toppen af Cylinderen er vist Centrifugalregulatoren R; denne har to Kugler, som gennem et Sæt Tandhjul og en kort Aksel drejes hurtig rundt af en Rem, der er ført over en Remskive paa Krumtapakslen. Gaar Maskinen hurtigere rundt end normalt, f. Eks. fordi der er sat Værktøjsmaskiner fra i Fabrikkens Værksted, flyve de to Kugler mere udefter paa Grund af Centrifugalkraften; denne Kuglernes Bevægelse forplantes til en Ventil eller

et Spjeld paa Dampprøret, saaledes at Damptilførselen til Cylinderen formindskes, Maskinen vil gaa langsommere og atter antage sin normale Gang. Omvendt, gaar Maskinen langsommere, f. Eks. fordi der er sat flere Værktøjsmaskiner til, falde Kuglerne sammen, hvorved der aabnes mere for Dampen til Cylinderen, og Maskinen kan nu trække alle Værktøjsmaskinerne med normal Hastighed.

Enkeltcylinder-Dampmaskiner anvendes hyppig paa Landjorden, men kun yderst sjældent til Søs, og da kun i Baade. En Skibsmaskine maa nemlig kunne gaa lige let begge Veje rundt, kunne gaa frem og bakke, for at Skibet kan manøvreres med Sikkerhed. Af denne Grund have Skibsmaskiner mindst 2 Cylindre, hver med sin Krumtap, der i Reglen danne en Vinkel paa 90° med hinanden. En saadan Maskine er vist fra Siden i Fig. 272; er den ene Krumtap paa Dødpunktet, staar den anden godt for Drejning af Akslen og omvendt; herved sikrer man sig, at Maskinen kan sættes i Gang, hvad Vej man ønsker, og hvilken Stilling den end indtager.

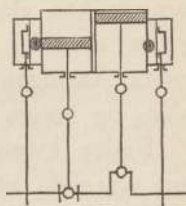


Fig. 272.

Dampens Ekspansion. Saafremt Damp af det fulde Kedeltryk tilføres Cylinderen over hele Stempelslaget, bruger Maskinen megen Damp, og Kulforbruget bliver stort. For at gøre Maskinen mere økonomisk, drage vi Nytte af Dampens Udvidekraft, idet vi, naar Stemplet har vandret en Del af Slaget, lukke for Tilstrømningen, afskære for Dampen. Denne vil vedblive med at drive Stemplet videre, men da der nu mellem dette og den ene Cylinderende er indelukket en vis Dampmængde, vil Dampens Tryk falde efterhaanden, som det Rum, Dampen udfylder, bliver større. Uden at forøge Dampforbruget have vi altsaa vundet det Arbejde, Dam-

pen udretter under Ekspansionen, og den største Del af den Drivkraft, Dampen besad, da den tidligere med fuldt Tryk strømmede ud af Cylinderen, have vi nu udnyttet.

For at vi kunne ekspandere Dampen, maa dennes Tryk ikke være saa lavt, at Drivtrykket under Ekspansionen falder under Modtrykket. Vi maa altsaa have Damp af højt Tryk; men dette er der heller intet til Hinder for, thi den Varmemængde, som behøves tilført Kedelvandet til Dannelsen af højspændt Damp, er kun meget lidt større end den, som lavspændt Damp kræver til sin Udvikling. Med omtrent samme Brændselsforbrug kunne vi altsaa udvikle Damp af forskelligt Tryk, men da Dampen kan ekspanderes mere, jo højere dens Tryk er, og da samtidig Maskinens Økonomi vokser, kunne vi forstaa Aarsagen til, at man stadig anvender Damp af højere og højere Tryk.

Under Dampens Ekspansion falder dens Tryk omtrent svarende til Mariottes bekendte Lov, d. v. s. Trykket forholder sig omvendt som Rumfanget; skæres der af f. Eks. paa $\frac{1}{4}$ Slag, vil Trykket ved Enden af Slaget være omtrent $\frac{1}{4}$ af, hvad det var, da Ekspansionen begyndte; vi sige da, at Ekspansionsforholdet er 4. Man kan dog ikke sige, at Dampen under Ekspansionen følger Mariottes Lov, thi denne forudsætter, at Varmegraden forbliver uforandret under Trykforandringen; i Dampmaskinen derimod er Dampen mættet, og vi vide da, at dens Varmegrad nøje følger dens Tryk; da dette falder under Ekspansionen, maa Varmegraden ogsaa gøre det.

Den simple Maskine. I de Maskiner, vi hidtil have omtalt, arbejder Dampen kun i een Cylinder, og har Maskinen to eller flere Cylindre, maa hver af disse derfor være i direkte Forbindelse med Kedlerne gennem det fælles Damprør. Saadanne Maskiner kaldes simple Maskiner.

Naar Dampen har virket i Cylinderen, gaar den gennem Spilledamprøret til Luften, Maskinen kaldes da en Højtryksmaskine eller Maskine uden Fortætning, eller Dampen ledes til en Kondensator, Maskinen kaldes da en Lavtryksmaskine eller Maskine med Fortætning. I første Tilfælde er Luften altsaa Udstrømningsrummet, i andet Kondensatoren. I en Højtryksmaskine er Modtrykket lidt større end Atmosfærens Tryk; det kan gennemsnitlig sættes til 18 Pund paa □", i en Lavtryksmaskine er det c. 3 Pund paa □". Som Regel er Kedeltrykket ved Højtryksskibsmaskiner 60 til 120 Pund paa □", i Lokomotiver og Lokomobiler, hvilke altid ere Maskiner uden Fortætning, indtil 200 Pund paa □". I Lavtryksmaskiner er Kedeltrykket 30 til 40 Pund paa □"; disse Maskiner findes nu kun i gamle Skibe.

Dampens Fortætning. Alle større moderne Maskiner have Kondensatorer. Jo mindre Modtrykket er, des større Kraft besidder Maskinen, thi des større bliver det bevægende Tryk, som er Forskellen mellem Driv- og Modtrykket. Er et Rum fyldt med Damp, og man fortætter denne, bliver der Undertryk, Vakuum, i Rummet, og selve det absolute Tryk i dette bliver som ovenfor anført betydelig mindre end Atmosfærens Tryk. Dette er netop, hvad man tilsigter med Kondensatoren, hvoraf man har to Slags.

I Indsprøjtningsekondensatoren ledes Maskinens Spilledamp ind i en Kasse, hvori den møder en Mængde fine Vandstraaler, som blande sig med Dampen og tage Varme fra den, saa at den falder til Bunds, blandet med Indsprøjtningstvandet. Paa Kondensatoren findes en Vakuummaaler, der angiver Undertrykket. En Luftpumpe pumper Luften og Indsprøjtningstvandet ud af Kondensatoren.

I Overfladekondensatorens Fortætningsrum findes en Mængde tynde Messingrør, som gennemstrømmes af koldt Vand, Svale vandet. Enderne af Rørene ses i Fig. 267, indrammede af Kondensatorkassen. Naar Spildedampen fra Spildedamprøret T møder disse Rørs kolde Overflade, fortættes den og synker til Bunds som Fortætningsvand, men uden at blive blandet med Svale vandet; vi faa altsaa atter opsamlet i Form af destilleret Vand den Dampmængde, som kort forinden var dannet af Kedelvandet. Luftpumpen A pumper Fortætningsvandet op i Varmvandsbrønden U, hvorfra Fødepumpen suger og pumper det tilbage paa Kedlen.

Svale vandet holdes i Strømning af en Cirkulationspumpe eller af en af en særskilt lille Dampmaskine trukken Centrifugalpumpe.

Cirkulationspumpen, Luftpumpen, Fødepumpen og i Skibe tillige Lastpumpen trækkes ofte af Pumpebalancer fra Maskinens Krydshoveder. I Fig. 267 er L en Pumpebalance, hvis ene Ende trækkes af Krydshovedet S, og hvis anden Ende trækker Luftpumpestemplet; denne er en Suge- og Løftepumpe med Suge-, Stempel- og Stigeventiler. Føde- og Lastpumperne ere Suge- og Trykpumper.

Dampfortætningen i Cylindrene. Vi have tidligere set, at der er Fordel ved at ekspandere Dampen, dog maa Ekspansionen ikke drives ud over en vis Grænse, som vi nu skulle se. Lad os antage, at Damp paa sædvanlig Maade tilføres den ene Ende af en Cylinder; naar Indstrømningen er forbi, begynder Ekspansionen; denne vedvarer omtrent til Enden af Slaget, hvorefter Udstrømningen begynder og vedvarer under det næste Slag, til Stemplet er kommet omtrent til Udgangspunktet. Som anført falder Dampens Varmegrad under Ekspansionen, og under Udstrømningen vil Varmegraden af Dampen i Cylind-

deren være omtrent den samme som Udstørningsrummets. Dettets Varmegrad vil altsaa være betydelig lavere end den frisk tilførte Damps, og da Erfaringen viser, at Cylinderens indre Jernvægge antage samme Varmegrad, som den Damp har, de indeslutte, vil Følgen heraf være, at den frisk tilførte Damp under Indstrømningen møder kolde Vægge, som den hurtig opvarmer til sin egen Varmegrad; denne Opvarmning kan kun ske, ved at en Del af Dampen fortætter og lejrer sig paa Cylinder-væggene som en tynd Vandhinde.

Under Ekspansionen vil en Del af denne Hinde fordampe, fordi den er varmere end den udvidende Damp; Resten af den vil straks fordampe, naar Udstørningen begynder, fordi Varmegraden i Cylinderen nu er falden til Udstørningsrummets; den til Fordampningen nødvendige Varme tager Vandet fra Cyliindervæggene, som derfor nu antage Udstørningsrummets Varmegrad; naar derefter frisk Damp tilføres, vil Kredsløbet begynde forfra.

Denne Dampens Fortætning og paafølgende Genfordampning i Cylinderen spiller den største Rolle i Maskinens Økonomi; helt undgaas kan den ikke, men Tabet vokser med Ekspansionsforholdet; thi med den større Ekspansion følger en større Forskel mellem den frisk tilførte Damps Varmegrad og Udstørningsrummets Varmegrad, og Vægten af den Damp, som fortættes under Indstrømningen, vokser naturlig med denne Forskel.

Man søger at formindske Tabet ved Dampfortætningen i Cylinderen ved at anvende:

- 1) overhedet Damp,
- 2) Damptrøje omkring Cylinderen,
- 3) Flergangsmaskiner.

Overhedet Damp eller umættet Damp dannes ved at opvarme den i Kedlen udviklede mættede Damp i en Overheder, anbragt i Skorstensoptrækket. Overhedet

Damp kan taale et Varmegradsfald, før den fortættes og bliver til mættet Damp; den vil derfor ikke i saa høj Grad som mættet Damp fortætte under Indstrømningen til Cylinderen. Dens høje Varmegrad medfører imidlertid forskellige Ulemper, og Overhedere ere ikke holdbare; til Søs bruges Overhedning derfor ikke mere; derimod er man i den nyere Tid begyndt at benytte den i større Udstrækning til Landmaskiner, og der er Grund til at tro, at man, naar forskellige praktiske Vanskeligheder ere overvundne, vil genindføre den ogsaa i Skibe.

Damptrøjen er et hult Rum uden om Cylinderen (D i Fig. 267); den holdes fyldt med Damp af en Varmegrad, som helst er lidt højere end den i Cylinderen arbejdende Damps. Dampen afgiver Varme til Cylindervæggene og bidrager derved til at formindske Dampfortætningen. Hvor det er nødvendigt, afpasses Dampens Tryk i Trøjen, ved at man lader den strømme gennem en Trykformindsker, og Fortætningsvandet i den bortledes gennem en Vandudlader.

De fleste større Maskiners Cylindre have Damptrøjer, enten alle eller kun enkelte af dem.

For yderligere at formindske Cylindervæggenes Afkøling er Cylindrene klædt med et varmeisolerende Stof og en udvendig Træ- eller Jernklædning.

Ved **Flergangsmaskiner** forstaas Maskiner, hvor den samme Damp arbejder i flere Cylindre i Rækkefølge. At disse Maskiner ere mere økonomiske end simple Maskiner, skyldes udelukkende den Omstændighed, at Tabet ved Dampfortætningen i dem er mindre. Da Dampens Ekspansion foregaar i flere Cylindre, bliver Ekspansionsforholdet og derfor ogsaa Forskellen mellem den ind- og udstrømmende Damps Varmegrad, mindre i hver enkelt Cylinder og det samlede Tab ved Fortætning i Maskinen

mindre, end om man havde ekspanderet Dampen i samme Grad i den simple Maskines ene Cylinder.

Den indtil de senere Aar hyppigst anvendte Flergangs-maskine kaldes Høj- og Lavtryksmaskinen; den har to uligestore Cylindre; Fig. 273 viser en saadan Maskine i Længdesnit og Plan; Kedeldampen tilføres den lille Cylinder, Højtrykscylindren; efter at have virket i denne har den et større Rumfang og lavere Tryk end ved Indstrømningen, og den ledes nu ind i Mellemkamret, der her bestaar af et Rør (se Planfiguren); fra dette strømmer Dampen ind i den anden, større Cylinder, Lavtrykscylindren, og efter at have virket i denne gaar den gennem Spildedampprøret til Udstømningsrummet, der i Reglen er en Kondensator. Denne Maskine har altsaa to Krumtappe, stillede under rette Vinkler med hinanden; Kedeltrykket ligger i Reglen mellem 60 og 120 Pund paa □". Undertiden anvendes to smaa Lavtrykscylindre i Stedet for een stor; en saadan Maskine, der altsaa faar 3 Krumtappe, kaldes en Tre-cylinder Høj- og Lavtryks-maskine.

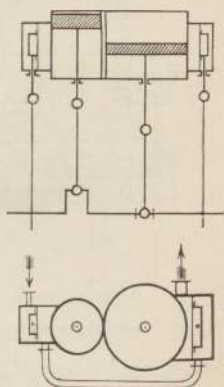


Fig. 273.

Nyere Flergangsmaskiner kaldes Tregangsmaskiner; fra disses Højtrykscylinder strømmer Dampen gennem første Mellemkammer til Mellemtrykscylindren, fra denne gennem andet Mellemkammer til Lavtrykscylindren og til sidst til Kondensatoren. I denne Maskine arbejder den samme Damp altsaa efterhaanden i 3 Cylindre, hvis Tværsnit vokser i Størrelse. Efterhaanden, som Trykket aftager under Dampens Virken i Maskinen, bør den nemlig trykke paa Stempler af voksende Areal, for at Dampens

samlede Tryk paa Stemplet kan have omtrent samme Værdi for alle Cylindrene; derved blive de i disse af Dampen udrettede Arbejder omtrent ens, hvad der giver en jævn Gang og ensartede Paavirkninger paa Maskinens Mekanisme.

I Tregangsmaskinen ligger Kedeltrykket mellem 150 og 300 Pund paa $\square$ ". Krumtappene, hvoraf der er tre, danne Vinkler paa 120° med hinanden. Ligesom i den foregaaende Maskine, tjener Mellemkamret som Opholdssted for Dampen, inden denne indlades i den paafølgende

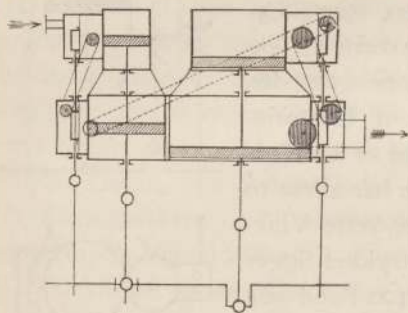


Fig. 274.

Cylinder; de forskellige Stempler begynde jo nemlig ikke Slaget samtidig, saa at Udstømningen fra den ene Cylinder ikke foregaar i det Øjeblik, Indstrømningen finder Sted i den næste. Nye store Tregangsmaskiner have ofte 2 smaa i Stedet for een stor Lavtrykscylinder;

Fircylinder Tregangsmaskiner benævnes de.

I Udlandets store Fragtdampere benyttes undertiden Fircangsmaskiner, som have to Mellemtrykscylindre og altsaa mindst 4 ulige store Cylindre. En saadan er vist skematisk i Fig. 274; man ser, at Højtryks- og anden Mellemtrykscylinder ere stillede oven paa henholdsvis første Mellemtryks- og Lavtrykscylinderen; Maskinen har altsaa kun to Krumtappe. Kedeltrykket er mindst 180 Pund paa $\square$ ".

Dampfordelingen til Cylinderens Ender sker i Reglen ved Hjælp af en Glider. Paa Fig. 275 vil det ses, at der fra hver Cylinderende udgaar en Dampkanal,

Dampgangene, som fører til en med Cylinderens Akse parallel Flade, Cylinderspejlet; her ende Dampgangene i to rektangulære, aflange Dampporte; mellem disse findes en tredje større Port, Udstrømningsporten, som er Aabning for Udstrømningsgangen, der fører den brugte Damp ud af Cylinderen, enten til Mellekamret, Luften eller Kondensatoren, afhængig af Maskintypen.

Dampen, som skal arbejde i Cylinderen, ledes ind i Gliderkassen, der er en Udbygning paa Siden af Cylinderen; den omslutter Glideren, der vandrer paa Cylinderspejlet, og lukkes med et Gliderkassedæksel. Glideren skal dels indlade Dampen til den rette Ende af Cylinderen, dels bortlede den brugte Damp til Udstrømningsgangen. Den

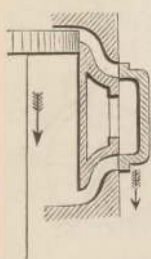


Fig. 277.

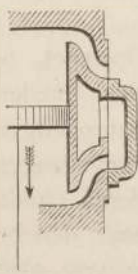


Fig. 278.

Fig. 275.

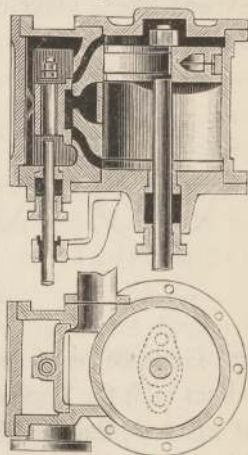


Fig. 276.

simpleste Dampfordeling udføres af Normalglideren, som er en Støbejerns-Kasse, hvis Hulhed vender mod Cylinderspejlet og i sin Midtstilling dækker Dampportene, som vist i Fig. 277. I Fig. 279 fremstiller K Maskinens Krumtap i Stillingen svarende til Stempel i Top (Fig. 277); Glideren kan gennem en Trækstang tænkes bevæget af en lille Krumtap E (Fig. 279), der sidder paa Akslen, og som

ren kan gennem en Trækstang tænkes bevæget af en lille Krumtap E (Fig. 279), der sidder paa Akslen, og som

vi kalde Excentrikken; dens Længde kaldes Excentriciteten.

Drejer Krumtappen rundt i Pilens Retning, og staar Excentrikken vinkelret paa og forud for Krumtappen i Bevægelsesretningen, se vi, at, naar Stemplets Nedslag be-

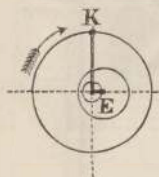


Fig. 279.

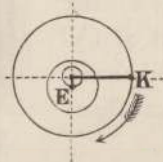


Fig. 280.

gynder, aabner Glideren for Topdampporten og indlader Damp paa Stemplets Overside gennem Topdampgangen. Naar Krumtappen er drejet 90° (Fig. 280), staar Excentrikken lodret nedef-

ter, Glideren er i sin nederste Dødpunktstilling, der er aabnet fuldt for Topdampporten, og Stemplet er ved Slagets Midte (Fig. 278). Under den fortsatte Drejning gaar Glideren opefter, indsnævrer for Topdampporten og lukker helt for denne, naar den er tilbage i sin Midtstilling, og Stemplet er i Bund; der er altsaa Dampfyldning under hele Slaget.

Stemplet begynder nu Opslaget, og Glideren aabner for Forbindelsen mellem Toppen af Cylinderen, Topdampgangen, Gliderens Hulhed og Udstømningsgangen, hvortil altsaa den i Cylinderen fyldte Damp bortledes. Glideren naar derefter sin øverste Yderstilling, indsnævrer atter for Topdampporten, og naar Stemplet er kommet tilbage til Toppen, ophører Udstømningen.

Aldeles paa samme Maade besørger Dampens Ind- og Udstømning ved Cylinderens Bundende. I Midtstillingen staa Gliderens yderste Kanter, Dampkanterne,

Fig. 281.

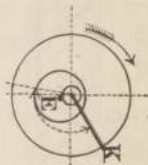
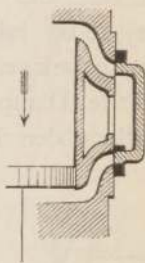


Fig. 282.

overet med Dampportenes Yderkanter, og dens Inderkanter, Udstrømningskanterne, overet med Portenes Inderkanter.

Ved Dampfordeling med Normalglider klæbe imidlertid forskellige Mangler; for at bøde paa disse benytter man Lokomotivglideren, hvis Damp- og Udstrømningskanter rage uden for Portenes Yder- og Inderkanter, naar Glideren er i sin Midtstilling, som vist paa Fig. 281; desuden stilles Excentrikken c. 125° forud for Krumtappen Stedet for 90° (Fig. 282), de overlappende Længder benævnes henholdsvis Yderlappen og Inderlappen. Med Lokomotivglider opnaar man:

- 1) at Dampen afskæres, før Stemplet har naaet Enden af Slaget, saaledes at den for Resten af Slaget virker ved sin Udvidekraft;
- 2) at der aabnes for Dampens Udstrømning, lidt før Stemplet er ved Enden af Slaget, og Udstrømningen ophører, lidt før Stemplet er kommet til Enden af det næste Slag, hvorved den i Cylinderen foran Stemplet værende Damp sammentrykkes, og Stemplet standses blødt: man danner Damppude;
- 3) at Dampens Indstrømning begynder, lidt før Stemplet er ved Enden af Slaget.

Foruden at man med denne Glider drager den fulde Nytte af Dampens Udvidekraft, bliver Stemplets Bevægelse blødere og Maskinens Gang jævner, end naar Dampfordelingen sker ved Normalglider.

Gliderens Bevægelse sker ved en Gliderstang, som vandrer i en Pakdaase i Gliderkassens Bund (Fig. 275); uden for denne er Stangen styret i et Hul i en Knægt. I Landmaskiner, hvis Bevægelsesretning jo ikke behøver at kunne omskiftes, trækkes Gliderstangen D (Fig. 283) af en Tap paa den ene Ende af Excentrikstangen C, hvis anden Ende er befæstet til Excentrikbøjlen B,

som omslutter en til Krumtapakslen fastkilet, excentrisk anbragt Jernskive, Excentrikskiven A. Afstanden OE mellem dennes Centrum og Akslens Midtlinie er Excentriciteten eller Længden af den Krumtap, vi betegnede med E i Fig. 277 til 282; Gliderens Vandring er det dobbelte af Excentriciteten.

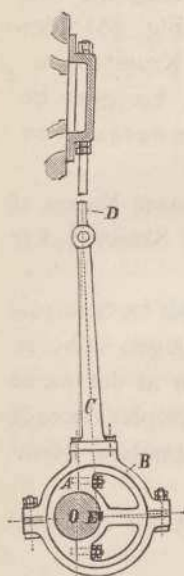


Fig. 283.

I Skibsmaskiner og Lokomotivmaskiner, der jo skulle kunne gaa begge Veje rundt, har hver Glider to Excentrikker; bringes den ene eller anden af dem til at trække Glideren, opnaas den ønskede Omdrejningsretning. Dette sker ved Hjælp af Gangskiftningsapparatet, der betjenes med Haandkraft, i større Maskiner tillige med Damp.

Bremser. Skal et Skib standses, kastes Maskinen om til Bak; Skibet vil dog i Reglen udsejle en betydelig Distance, inden det ligger stille; man har dog her endnu et Middel, nemlig Drejning til Siden, hvorved man hurtigt kan fjerne sig fra f. Eks. en modgaaende Damper. Et Lokomotiv er derimod tvungent til at følge Sporene; det maa derfor have kraftige Bremser til Togets Standsning, idet det ofte paa Grund af Togets betydelige Bevægelsesenergi ikke er tilstrækkeligt at give Kontradamp, d. v. s. stille Gangsskiftningsapparatet saaledes, at Dampen i Cyklinderen virker mod Bevægelsen.

I tidligere Tid benyttedes den almindelige Skruebremse; den virker imidlertid for langsomt, og til Betjeningen af hver Bremse kræves en Mand. Man gik derfor over til mekaniske Bremser; herhjemme indførtes først den simple Vakuumbremse, indrettet efter Johan

Hardys System; paa Lokomotivet, Tenderen og Vognene findes Bremser, der samtidig kunne sættes i Virksomhed ved med en Luftfortynder (Ejektor), der betjenes af Lokomotivføreren, at tilvejebringe et Vakuum i en langs hele Toget anbragt Bremsledning; denne er nemlig i Forbindelse med Vakuumcylindre, der ere saaledes indrettede, at naar der ved Luftfortynderen er tilvejebragt Vakuum i Ledningen, trykker den ydre Luft et i Cylinderen anbragt Stempel opad, hvorved Bremsklodserne, som ved Vægtstænger staa i Forbindelse med Stemplet, bringes til at trykke mod Hjulene og disses Bevægelse hemmes.

Denne Bremsemekanisme forlader man nu, fordi den lider af en væsentlig Mangel: at Vakuumbetjeningen først skal tilvejebringes ved Lokomotivføreren Foranstaltning, inden Bremsningen begynder, og man er gaaet over til at benytte den langt fuldkomnere selvvirkende Vakuumbremse. Med denne er der under Kørslen altid et Vakuum i Bremsledningen, og alle Bremserne sættes i Virksomhed, naar der paa en eller anden Maade indlades Luft i Ledningen, saa at Vakuumbetjeningen i denne ødelægges; Bremsen er altsaa altid klar til øjeblikkelig Brug, idet Vakuumbetjeningen stadig vedligeholdes i Bremsledningen ved Hjælp af en stor og en lille Luftfortynder paa Lokomotivet. Bremsledningen er ligesom før i Forbindelse med Vakuumcylindre, hvis Stempler løftes og fremkalde Bremsningen, naar der ledes Luft ind i Ledningen; dette kan ske, enten ved at aabne Konduktørventilerne, der betjenes af Togpersonalet, eller ved at trække i Haandtaget paa de i Kupeerne anbragte Nødbremser, men ogsaa ved en Togsprængning ville Bremserne virke, fordi Bremsledningen mellem Vognene, Vakuumslangen, i saa Tilfælde vil sprænges og indlade Luften i Bremsledningen.

Man træffer ogsaa Bremsesystemer, hvor sammen-

trykket Luft eller Damp benyttes til at bevæge Bremscylindrenes Stempler (Westinghouse-Bremsen, Carpenter-Bremsen o. s. v.).

Maskinens Hestekraft. Maskinens Evne til at udrette Arbejde er udtrykt ved dens indicerede Hestekraft. Ved Hjælp af et Instrument, Indikatoren, som sættes i Forbindelse med Dampcylinderens Ender, kan maa faa tegnet et Indikatordiagram, som fremstiller Dampens vekslende Tryk under Stempelslaget. Af Diagrammet udregnes Dampens bevægende Middeltryk, som, multipliceret med Stempelarealet, giver Dampens samlede Middeltryk paa Stemplet, Stempeltrykket.

Under een Omdrejning af Maskinen tilbagelægger Stemplet en Vejlængde, som er 2 Gange Stempelslagets Længde, i et Minut altsaa denne Vejlængde multipliceret med det Antal Omdrejninger, Maskinen har gjort i dette Tidsrum; den i et Minut af Stemplet tilbagelagte Vejlængde benævnes Stempelhastigheden. Multipliceres nu denne med Stempeltrykket, faas det Arbejde, i Reglen udtrykt i engelske Fodpund, som Dampen har udrettet i vedkommende Cylinder i et Minut. Dette Tal vil have mange Cifre; for at faa et bekvemt Tal at regne med, divideres det med 33,000, som er Enheden for den indicerede Hestekraft. Det udkomne er vedkommende Cylinders indicerede Hestekraft; denne udregnes for alle Maskinens Cylindre, Summen er Maskinens samlede Hestekraft.

Man træffer Dampmaskiner af højst forskellig Hestekraft. Medens en Drivmaskine til en Fabrik eller en mindre Dampbaads Maskine i Reglen kun udvikler 20 til 200 H. K. (Hestekræfter), har en Fragtdamper eller et mindre Passagerskib Maskiner paa 300 til 2000 H. K. De nyeste danske Torpedobaades Maskiner udvikle over 2000 H. K., en Torpedobaadsjagers 6,000 til 10,000 H. K.; en moderne udenlandsk Krydser eller Atlanterhavs-Paket

har derimod Maskiner paa 25,000 til 30,000 H. K. I en saadan Paket er Kulforbruget i Døgnet over 3,000 Tønder, og da den maa have Kul om Bord til hele Rejsen, er Kulbeholdningen ved Rejsens Begyndelse mindst 20,000 Tønder. I en under Bygning værende Atlanterhavs - Paket skulle Maskinerne kunne udvikle 45,000 Hestekræfter.

Foruden selve Hovedmaskinerne til Fremdrivningen have store moderne Skibe et stort Antal Hjælpemaskiner til forskellige Formaal; 50 til 100 smaa Dampmaskiner i det samme Skib er ikke ualmindeligt. I et saadant Skib fordres alene til Maskineriets Pasning et Par Hundrede Maskinfolk.

Maskinens Pasning. Til at passe et større moderne Maskineri saaledes, at Driften er økonomisk og Udgifterne ved Materiellets Vedligeholdelse de mindst mulige, kræves stor Dygtighed og megen Erfaring hos den ledende Maskinmester; denne maa foruden at være en dygtig Haandværker besidde et nøje Kendskab til Maskineriets Indretning, de forskellige Apparaters Funktionering og Dampens Virkemaade, hvad der kun kan læres ved et fleraarigt Studium af Dampmaskinlæren. Den i det foregaaende givne Beskrivelse af Dampmaskinen kan derfor kun betragtes som elementær og meget kortfattet, og det samme gælder, hvad der nedenfor angives om Maskinens Pasning.

Skal en Maskine i Gang, maa Maskinisten først klar gøre og varme den, i Skibe tillige røre den, for at han kan overtøye sig om, at alt er i Orden. Naar et Skib skal til Søs, stiller Maskinisten sig ved Gangskiftningsapparatet og følger nøje de Ordre, der fra den kommanderende paa Dækket gives ved Maskintelegraf eller Talerør vedrørende Maskinens Gang.

Naar Skibet er i rum Sø uden for Havnen, indstilles Kvadranten eller Ekspansionsglideren, hvor en saadan haves, saaledes, at Ekspansionsforholdet kommer til at passe til Damptrykket, og Dampforbruget bliver det mindst

mulige. Damptrøjernes Til- og Afgang passes saaledes, at Trøjerne stadig ere fyldte med Damp. Lække Pakdaaser spændes efter, idet alt Vand- og Dampspild undgaas. Mængden af Indsprøjtningsvand eller Svalevand afpasses saaledes, at Vakuummet er godt og Fødevandet dog ikke for koldt. Ved at lægge Mærke til Lyden kan Maskinisten finde ud af, hvorvidt Pumperne virke tilfredsstillende o. s. v.

Et af de vigtigste Tilsyn er at passe Slidfladerne med Smøreolie og holde dem fra at varme. Enhver Slidflade maa blive noget varm, thi den mellem den bevægende Del og Slidfladen værende Gnidningsmodstand omsættes for største Delen til Varme. Tilføres der Slidfladen en passende Mængde Maskinolie paa de rette Steder, vil dens Varmegrad holde sig normal; af mange forskellige Grunde kan Varmegraden imidlertid stige, og dette kan give Anledning til, at Slidfladen varmer og i værste Fald ødelægges, hvorved Maskinen kan blive utjenstdygtig; Maskinisten maa derfor stadig føle paa alle Slidfladerne, for at han straks kan opdage opstaaende Varme.

Foruden til Maskinens ydre Slidflader maa der ogsaa føres Smøreolie til dens indre Slidflader, nemlig Cylinderens krumme Overflade, langs hvilken Stemplet glider, og Cylinderspejlet, paa hvilket Glideren trykker. Dette sker ved med en Oliepumpe at trykke Cylinderolie ind i Damprøret, hvor Dampen optager den og fører den med sig ind til de indre Slidflader.

Dampturbiner. Omkring 150 Aar før Chr. opfandt Hero en Reaktionsmotor, som i sin Virkemaade ikke er forskellig fra de Damphjul, man i den nyere Tid har konstrueret med det Formaal at faa en simplere Dampmotor end den almindelige Stempelmaskine med Krumtapmekanisme. I Heros Damphjul er det Reaktionen af den af et Par Tude udstømmende Damp, som driver

Hjulet rundt, men vi kunne ogsaa lade en Dampstraale med stor Hastighed udstømme mod nogle Skovle paa Omkredsen af Damphjulet; dette er f. Eks. Tilfældet i Lavals Damp turbine. Denne er vist i Fig. 284. Damp i Reglen af højt Tryk, — Laval arbejder for Tiden med en Forsøgskedel, hvor Kedeltrykket er over 3000 Pund paa $\square$ ", — udstømmer af nogle Tude mod et stort Antal tæ-

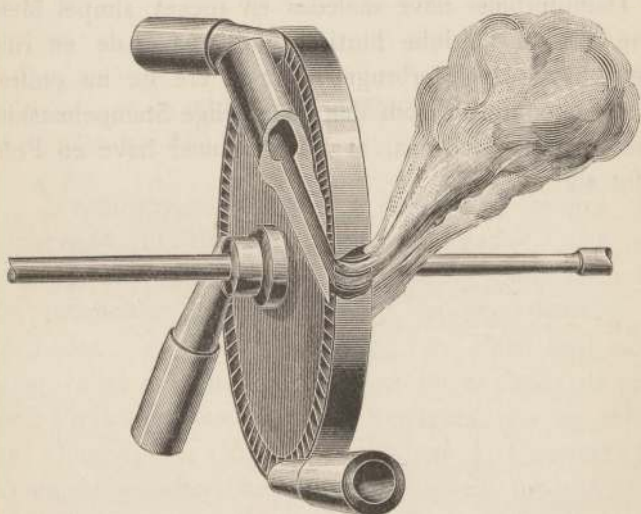


Fig. 284.

siddende Skovle, anbragte langs Omkredsen af en rund Skive; gennem et Sæt Tandhjul driver denne Aksel selve Ankeret i Dynamoen, Viften til en Blæsemaskine, eller hvad det nu er, Turbinen er Motor for. Den paa Grund af den store Udstømningshastighed betydelige Bevægelsesenergi, Dampen besidder ved Tudenens Munding, overføres for største Delen til Skovlene, hvorved disse drejes meget hurtigt rundt; smaa Motors Turbinehjul gøre 30,000 Omdrejninger i Minutten.

Sidste Sommer er det lykkedes Dr. Parson i Newcastle at give en ved Turbiner fremdreven Baad »Turbinia« den overordentlig høje Fart: 33 Knob (d. v. s. 33 Kvartmil eller lidt over 8 danske Mil i Timen), den højeste Hastighed, der hidtil er opnaaet ved Fremdrivning paa Vandet. Turbinia har 3 Turbiner, hver med sin Skrueaksel, der atter hver har 3 Drivskruer; Dampen udvikles i en Ekspreskedel.

Dampturbiner have saaledes en meget simpel Mekanisme, og da de løbe hurtigt rundt, have de en ringe Vægt; hvad Dampforbruget angaar, ere de nu omtrent lige saa økonomiske som den almindelige Stempelmaskine. Meget tyder derfor paa, at Dampturbiner have en Fremtid for sig.

VANDVÆRKET.

Vandforbruget. Vand, der skal bruges som Drikkevand, til Madlavning eller til Vadsk, maa være fersk og saa rent, at det ser klart og tiltalende ud og ikke indeholder opløste Stoffer, der ere skadelige for Sundheden. Af saadant godt og rent Vand skal enhver daglig bruge en vis Mængde, der bliver desto større, jo større Fordringer man stiller til Renlighed hos sig selv og sine Omgivelser. Yderlig Fattigdom i Forening med Uvidenhed svækker Sansen for Renlighed, medens aandelig Oplysning og et nogenlunde godt Udkomme i Almindelighed styrker den; det bliver derfor et godt Tegn for en Befolknings aandelige og materielle Standpunkt, at dens Vandforbrug er stort.

Jo flere Mennesker der leve og arbejde sammen paa et Sted, desto mere Smuds og Affald frembringe de, og desto mere Vand behøve de for at kunne holde alting rent; derfor bliver Vandforbruget forholdsvis større i Byerne end paa Landet. I Kjøbenhavn bruges saaledes i Gennemsnit henimod 80 Potter eller 2,5 Kubikfod Vand om Dagen for hver Indbygger, medens Folk paa Landet sandsynligvis kunne nøjes med 30—50 Potter eller 1—1,5

Kubikfod Vand om Dagen og endda holde alt lige saa rent som Folk i Byerne.

Hvis man regner, at hvert Menneske i Danmark gennemsnitlig behøver 2 Kubikfod rent og godt Vand om Dagen, bliver det ialt omtrent 4 Millioner Kubikfod om Dagen eller 1460 Millioner Kubikfod om Aaret, og denne store Vandmængde, som netop kunde rummes i en firkantet Vandbeholder, der var 2445 Fod lang, bred og dyb, skal man skaffe til Veje ved at opsamle Regnvand, idet alt fersk Vand paa en eller anden Maade stammer fra Regnen.

Regnmængden. I Lande, hvis Regnmængde er nogenlunde stor og godt fordelt over hele Aaret, er der imidlertid nok at tage af. Fra Havet, fra Indsøer og Vandløb og gennem Plantevæksten fordampes en stor Mængde Vand, der fortættes til Skyer og atter falder ned som Regn, i Danmark saa rigelig, at hele Landet i Løbet af et Aar vilde blive dækket af et Vandlag paa omtrent 22 Tommers Dybde, hvis ikke Regnen, efterhaanden som den falder, enten løb bort gennem Vandløb til Stranden eller fordampede eller sank ned i Jorden. Landets Størrelse er med et rundt Tal 700 Kvadratmil, saa den samlede Regnmængde kan anslaaes til henimod 730,000 Millioner Kubikfod eller 500 Gange saa meget som den Drikkevandsmængde, hele Befolkningen skal bruge.

Andre Egne paa Jorden have andre Nedbørsforhold; Regnmængden kan være større eller mindre end i Danmark; den kan som her være nogenlunde jævnt fordelt over de forskellige Aarstider eller være samlet i en bestemt Regntid, men i alle Lande, der egne sig til fast Opholdssted for Mennesker, vil den aarlige Regnmængde være mange Gange større end Befolkningens Vandforbrug,

og det gælder blot om at opsamle den lille Brøkdæl, man skal bruge, paa et belejligt Tidspunkt.

Regnvandets Fordeling. Hvor Jordbunden bestaar af almindelig Jord, det vil sige Ler og Sand eller Grus i forskelligt Blandingsforhold, vil den altid være noget porøs, som om den var gennemtrukken med et stort Antal Smaakanaler, nogle ganske fine, andre forholdsvis store, eftersom Lermængden eller Sandmængden er overvejende og Sandskornene ere smaa eller store.

I de fineste Kanaler kan Jorden opsuge og fastholde en Del af Regnen og derved holde sig fugtig i længere Tid og afgive Vand til Planternes Rødder.

Gennem de større Porer vil Regnvandet paa Grund af Tyngdekraften synke ned i Jorden, indtil det træffer et Jordlag, der er tæt og uigennemtrængeligt for Vand; det bliver da staaende som Grundvand i den overliggende løsere Jord og fylder dens Porer helt.

Naar den øverste Jordskorpe er tør, kan den opsuge en stor Mængde Vand; men ved langvarig Regn bliver Jordskorpen mættet og kan derefter kun optage saa meget Vand, som efterhaanden synker dybere ned, medens Resten af Regnen løber bort paa Overfladen og gennem Grøfter og Vandløb føres til Indsøer og ad disses Afløb, der efterhaanden danne større Floder, til sidst tømmes ud i Havet.

Da Vandet desto lettere kan løbe bort overfladisk, jo stærkere Fald Jordoverfladen har, og da Jordens Indsugning af Regnen altid tager nogen Tid, saa vil en forholdsvis stor Del af den søge til Vandløbene, baade naar Overfladen er stærkt bakket og Jordbunden leret, og naar Regnen falder i stærke Byger.

Saaledes som Jordbundsforholdene og Regnfordelingen er i Danmark, vil omtrent en Trediedel af den aarlige Regnmængde løbe bort overfladisk, en Trediedel synke

ned og danne Grundvand og en Trediedel tilbageholdes i den øverste Jordskorpe og hurtig fordampe, dels direkte fra Jorden, dels gennem Planternes Blade. Dette maa ikke forstaas, som om alle Regnbyger fordeltes paa denne Maade. Af Sommerregnen holdes den største Del tilbage i Jordskorpen, og kun de stærke Tordenbyger give lidt Tilløb til Bække og Aaer. Efteraars- og Foraarsregnen fordeler sig væsentligst mellem Grundvandet og Vandløbene, og Sne, der smelter, inden Jorden er optøet, løber bort overfladisk.

Grundvandets Bevægelse. Den Del af Regnen, der danner Grundvand, vil efterhaanden bringe Grundvands-spejlet til at stige; er Tilførslen særlig rigelig paa et enkelt Sted, bliver Vandstanden højere og Vandtrykket i Jorden større der end i den nærmeste Omegn, og under dette større Tryk vil Vandet vige ud til Siden ad den Vej, hvor Modstanden mod dets Bevægelse er mindst, hvor Jorden er sandet eller gruset med store aabne Porer, som Vandet let kan slippe igennem. Paa den Maade opstaar der underjordiske Grundvandsstrømme, der følge de vandførende Jordlag, især rent Sand eller endnu bedre grovkornet Grus. Da Vandet paa Grund af Tyngdekraften først vil søge ned til Bunden af det vandførende Jordlag, kan en Grusaare i Jorden kun blive vandførende, hvis den hviler oven paa en tættere Jordart, f. Eks. Ler, der hindrer Vandet i at synke dybere. Har dette Underlag en jævnt skraanende Overflade, vil Vandet følge den, ligesom Vandet i en Aa følger Aabunden, og findes der Fordybninger i Underlaget, fyldte med Grus, vil der i dem dannes underjordiske Søer af Grundvand, ligesom der paa Jordens Overflade dannes Indsøer i Fordybninger, der fyldes med Vand fra Bække og Aaløb.

Naar det vandførende Gruslag har stor Tykkelse, og Vandmængden, som løber bort igennem det, er lille, vil

den maaske kun fylde den nederste Del, medens det øverste af Gruset er tørt. Grundvandsstrømmen flyder da med frit Vandspejl ligesom Vandet i et aabent Vandløb, og Vandets Hastighed vil blive desto større, jo stærkere Fald Vandspejlet har, og jo mindre Modstand Gruskornene volde, det vil sige jo grovere Gruset er.

Hvis det vandførende Lag er tyndt og indesluttet mellem vandtætte Lerlag og helt fyldt med Vand, vil dette bevæge sig som i en Rørledning under et vist Tryk, der væsentligst er afhængigt af Vandstandshøjden i den underjordiske Grundvandssø, hvorfra den vandførende Aare udgaar. Fører man et Borehul ned til en saadan fyldt Vandaare, vil det meget ofte vise sig, at Grundvandet i Borehullet stiger til en vis Højde over selve det vandførende Jordlag, og denne Stighøjde kan bruges som Maal for Vandtrykket i Grundvandsstrømmen. I et andet Borehul, der ligger længere nede ad Strømmen, vil Stighøjden — altsaa ogsaa Vandtrykket — vise sig mindre, og Forskellen mellem Stighøjderne giver et Maal baade for den Modstand, som Gruskornene mellem de to Borehuller yde mod Vandets Bevægelse, og for den Kraft, som driver Vandet igennem Gruset. Jo større Stighøjdeforskellen er, og jo grovere Gruset er, desto hurtigere vil Vandet bevæge sig.

Tænker man sig Stighøjden bestemt for en Række Punkter langs Grundvandsstrømmen og alle Højdepunkterne forbundne ved en Linie, kan man af denne Stighøjdelinie slutte sig til Forandringerne i Hastighed eller Vandlednings- evne paa de forskellige Steder af det vandførende Lag, idet Stighøjdelinien har samme Betydning for en helt fyldt Vandaare som Vandspejlslinien for en Strøm med frit Vandspejl.

Hvis Stighøjden noget Sted naar op over Jordoverfladen, saa kan Vandet fra det vandførende Lag gennem

et Borehul strømme ud over Jorden; at noget saadant kan hænde, opdagede man første Gang ved Boringer i den franske Provins Artois, fra hvilken stammer Benævnelsen artesiske Boringer og artesisk Vand.

Hvor et vandførende Jordlag træder frem i Jordoverfladen, vil Grundvandsstrømmen bryde frem som en Kilde; det kan ske i Bakkeskraaninger, i Bunden af Indsøer eller i Havbunden. Vandet kan træde frem i en samlet Strøm som et Kildespring, eller det kan sive ganske langsomt og umærkeligt ud gennem Jorden; men alle Grundvandsstrømme maa paa en eller anden Maade have Aflob for

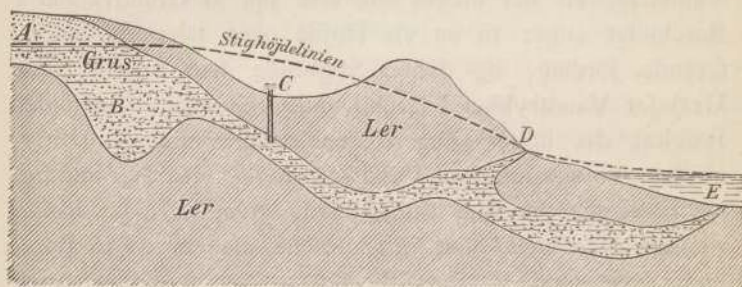


Fig. 285.

den Vandmængde, som aarlig tilføres fra Regnen, da Grundvandet ellers maatte stige og til sidst oversvømme Jorden. Det forholder sig altsaa med de underjordiske Søer og Strømme som med Indsøer og Vandløb paa Jordoverfladen, at Regnen føder dem og stadig fornyer deres Vand. Størrelsen af den Vandmængde, der i Aarets Løb passerer gennem Strømmene, afhænger af Regnmængden og Arealet af det Opland, hvorfra Vandet løber til Strømmen, og hvis dette Opland blot er stort nok, kan Strømmen — enten det er en Overfladestrøm eller en Grundvandsstrøm — til Stadighed afgive tilstrækkeligt

Vand til at forsyne et vist Antal Mennesker med Drikkevand.

Fig. 285. Skematisk Snit gennem et vandførende Jordlag. Ved A staar Grundvandet med frit Vandspejl; ved B dannes en Grundvandssø, der har Afløb gennem et tyndere Gruslag, som er dækket med Ler; den punkterede Linie viser Stighøjden; i Dalen ved C kan bores artesiske Kilder, i Bakkeskrænten ved D bryder en naturlig Kilde frem, og Resten af Vandet i det vandførende Lag har Afløb gennem Havbunden ved E.

Naar det nu gælder om at skaffe sig Drikkevand, kan man enten opsamle Regnen, idet den falder, eller tage Vand fra en Sø eller et Vandløb, eller man kan grave en Brønd ned til et vandførende Jordlag og bruge Grundvandet som Drikkevand.

Opsamling af Regnvand. Da Regnen opstaar ved Fortætning af Vanddampe, er Regnvandet oprindelig meget rent, og det synes teoretisk tiltalende at opsamle den faldende Regn til Drikkevand. Som egentligt Drikkevand er det næsten for rent, da det kun har opsuget meget lidt Kulsyreluft og derfor smager flovt; men det er udmærket til Madlavning og Vadsk paa Grund af sin Blødhed. At Vand er blødt vil sige, at det ikke indeholder faste Stoffer i Opløsning, medens der i haardt Vand er opløst smaa Mængder af forskellige Mineralsalte, navnlig Kalk, der bliver tilbage som en fast Rest, naar Vandet fordamper. Regnvand vil derfor ikke sætte Sten i Tekedler, og Vadskesæbe skummer stærkt og kommer fuldstændig til Nytte til Tøjets Rensning, medens man ved Vadsk i haardt Vand taber en Del af Sæben, der indgaar Forbindelse med den opløste Kalk og derved bliver uvirksom.

For altid at faa Regnvandet fuldstændig rent skulde man imidlertid opsamle det et Par Hundrede Fod oppe

over Jordoverfladen, da de lavere Luftlag tidt ere opfyldte med Støv og Sygdomsbakterier, der hvirvles op af Vinden og i lang Tid kunne holdes svævende, indtil Luften renses ved et Regnskyl. Navnlig i store Byer kan Luften være meget uren, blandt andet af Sod fra Skorstensrøgen, der efter en sagte Regn kan ses som en sort Hinde paa Overfladen af Søer og Damme. Og alt det Snavs, som Regnen slaar ned fra Luften, vil findes i det opsamlede Regnvand og gøre det urent.

Kunde man nøjes med det Vand, der falder paa Husenes Tage, var det nemt at samle Regnvand; man behøvede da blot at lede Nedløbsrørene fra Tagrenderne til en Vandbeholder. Enkelte Steder gør man det, for at faa blødt Vand til Vadsk. Skulde der være nok ogsaa til øvrigt Husholdningsbrug, maatte Huset have mindst 100 Kvadratalen Tagflade, maalt vandret, for hver Beboer, og det er kun faa Familier, der have Raad til at bo saa rummeligt, selv paa Landet. I en By med høje Huse er det bebyggede Areal omtrent Halvdelen af hele Byens Grundflade, og hvis det skulde blive 100 Kvadratalen for hver Indbygger, maatte en By som Kjøbenhavn med c. 350,000 Indbyggere optage et Areal paa en halv Kvadratmil, det vil sige 4 à 5 Gange saa meget som dens virkelige Areal, naar Søer og Parkanlæg fraregnes.

I Almindelighed tænker man heller ikke paa at opsamle den faldende Regn til Drikkevand undtagen i Lande, hvor man ikke kan faa andet, hvor Jordbunden enten er uigennemtrængelig for Vand, saa al Regn løber bort overfladisk, eller bestaar af meget dybe Sandlag, der dræne Grundvandet bort, medens Vandløbene tørre ud om Sommeren. Der opsamler man Regnen fra Hustage og Klippeskrænter og gemmer den i Beholdere eller Cisterner, der helst maa indrettes som underjordiske, murede Brønde, for at Vandet ikke skal tabes ved Fordampning

og saa længe som muligt holde sig køligt og frisk; men godt Drikkevand faar man vanskelig paa denne Maade.

Overfladevand fra Vandløb. Vandet i Vandløb er i Almindelighed blødt som Regnvand, men sjældent saa rent, at det kan bruges som Drikkevand uden i Forvejen at skulle renses. Idet Vandet strømmer hen over Jorden, river det Jordpartikler med sig, som opslemmes og kunne holde sig svævende, saa længe Vandet bevarer en vis Hastighed, der kan være desto mindre, jo finere fordelt Jorden er. Saaledes vil Tørvejord og Ler holde sig svævende selv i temmelig langsomt rindende Vand og farve det brunt eller gulligt. At der i Vandet er opslemmet Ler, er i og for sig ikke noget Tegn paa, at det er daarligt Drikkevand. Mississippiflodens Vand anerkendes som godt Drikkevand, uagtet det ser ud som graagul Lervælling. Den amerikanske Forfatter Mark Twain fortæller i sine Skitser af Livet paa Mississippi i gamle Dage, at man kunde kende fremmede fra Egnens Folk paa den Maade, hvorpaa de drak et Glas Flodvand. Den fremmede lod Glasset staa i nogen Tid, for at Leret kunde bundfældes, og sugede saa forsigtig det klare Vand fra, medens den indfødte drak Vandet straks og helst rørte om i det, for at faa alt Leret med. Nutildags forholde de fleste Mennesker sig som fremmede overfor uklart Drikkevand og ville have det rensat ved Filtrering, hvad der er temmelig besværligt og dyrt i det smaa, men forholdsvis lettere kan lade sig gøre, naar man paa en Gang kan filtrere Vandet til en hel Bys Forsyning.

Større Skade volder en Indblanding af organiske Stoffer i et Vandløbs Vand. Levende Organismer, Planter eller Dyr, ere ikke særlig farlige, naar de blot ere saa store, at de kunne fjernes ved Filtrering, men Forraadelsesprodukter af døde Organismer kunne let gøre Vandet ubrugeligt som Drikkevand.

Jo mindre Vandløbet er, desto lettere kan Vandet tilfældig blive fordærvet ved døde Organismer, men det renses efterhaanden ved stadig at udsættes for Sol og Luft, hvorved det opsuger Ilt, som langsomt forbrænder de organiske Stoffer.

Paa denne Maade kan Vandet i store, hurtig strømmende Floder renses ved Luftens Paavirkning, saa at endog en stærk Tilstrømning af Kloakvand forholdsvis hurtig bliver uskadeliggjort og hverken kan spores af Sanserne eller ved Analyse; løber Floden gennem nyere Lagdannelser, fulde af organiske Levninger, kan Vandet let blive ødelagt som Drikkevand, men under almindelige Forhold, i god, ren Jordbund, vil de store Floders Vand egne sig bedre til Drikkevand end Smaastrømmenes, selv om man udelukkende tænker paa Godheden og ikke paa Mængden af Vandet, der skal skaffes. Hvor det drejer sig om store Vandmængder til Forsyning af en hel By, fra en Flod med rigelig stor Vandføring, behøver man kun at lægge en Afløbsledning fra Floden ind til en Samlebrønd, hvorfra Vandet kan pumpes paa Filtrene, eller til Klarebassiner, hvor største Delen af den udrørte Jord kan sætte sig, saa Filtringen foregaar hurtigere og Filtrene ikke stoppes saa let.

Opstemning af Vandløb. Skal et mindre Vandløb bruges til Vandforsyning i stor Stil, og Vandføringen er uregelmæssig, maa man ved Opstemning af Vandet danne en kunstig Vandbeholder, der kan tjene som Reservoir i den tørre Tid. Man udvælger et passende Sted i den Dal, hvorigennem Vandløbet strømmer, og bygger en Tværdæmning over Dalen, saa at Vandet stemmes op og danner en Sø. Hvor Forholdene tillade det, kan man lægge Beholderen saa højt, at dens Vandspejl ligger højere end Husene i den By, der skal bruge

Vandet, saa det uden Pumpning gennem Rørledninger kan føres op i de øverste Etager. Derved fristes man ofte til at anvende meget høje Stemmeværker, indtil 100 Fod og mere, saa Beholderen bliver dyb, hvad der for saa vidt er en Fordel, som Vandet lettere holder sig køligt; men Vanskeligheden ved Bygningen af Stemmeværket stiger overmaade stærkt med dets Højde. Man kan anvende en Jorddæmning, der maa have temmelig flade Skraaninger, navnlig mod Vandet, for at de ikke skulle skride ud, og Dæmningen som Helhed vil derfor blive overmaade tung og meget stabil, naar den blot er tæt. Tætheden tilvejebringes enten ved at gøre Dæmningen bred eller ved at bygge den over en indvendig Kærne af rent, sammenstampet Ler, og i Almindelighed er Jord ikke saa kostbart et Materiale, at man behøver at være meget sparsommelig dermed. I Bjergegne kan den nødvendige Jordmængde maaske ikke skaffes, medens der er nok af Sten, og Dæmningen erstattes da ved en Mur, der opføres i Cementmørtel, for at den kan blive tæt. Materialet bliver nu temmelig dyrt, og man søger at give Muren en saadan Form, at den kan modstaa Vandtrykket med den mindst mulige Materialmængde. Bagsiden mod Vandet er gerne omtrent lodret, medens Forsiden er stærkt tilbagehældende, ofte krum. Medens Bredden af en Jorddæmning ved Foden i Reglen er omtrent 4 Gange saa stor som Højden, og Faren for Gennemsvivning derfor ikke ret stor, bliver Murens Bredde ved Foden næppe større end Højden, og dens Fundament maa derfor føres godt ned i den faste Grund, for at ikke Vandet skal undergrave det.

Hvis Murværket ikke er udført overmaade omhyggelig, eller Muren gøres for tynd, eller Fundamentet ikke er ført dybt nok ned, kan det hændes, at et saadant Stemme-

værk gennembyrdes, saa Vandet styrter ud af Beholderen og anretter frygtelige Ødelæggelser. Det skete saaledes i 1889 i Pennsylvanien. Der var i en Bjergdal bygget en Vandbeholder, som lukkedes med en 1000 Fod lang muret Dæmning, hvis Højde midt i Dalen var 110 Fod,

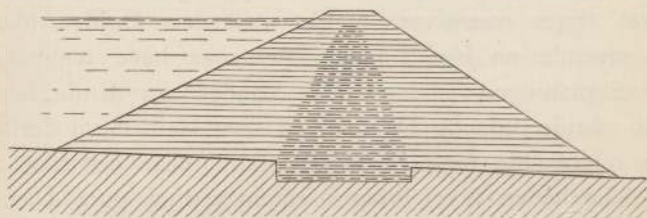


Fig. 286. Stemmeværk af Jord med Lerkærne.

medens Bredden ved Foden var 90 Fod, ved Toppen 25 Fod. I den kunstige Sø var godt Fiskeri, der var bortforpagtet; under heftige Regnskyl steg Vandet i Beholderen stærkt, men Fiskeforpagteren vilde nødig aabne Grundsluserne, for at ikke Fiskene skulde løbe bort med

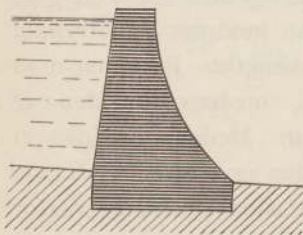


Fig. 287. Muret Stemmeværk.

Vandet. Men Vandtrykket blev stærkere end Dæmningen, der pludselig sprængtes paa en Længde af omtrent 300 Fod, og en halvhundred Fod høj og et Par Tusinde Fod bred Bølge styrtede ned gennem Dalen med en Hastighed af omtrent en halv dansk Mil i

Minuttet, væltende og ødelæggende alt. For Enden af Dalen, omtrent 4 Mil fra Vandbeholderen, laa Byen Johnstown med 20,000 Indbyggere, og ti Minutter efter at Dæmningen faldt, var Byen jævnet med Jorden, 3—4 Tusinde Mennesker dræbte og Ejendom ødelagt for 30—40 Millioner Kroner.

Udenfor Bjerglande fristes man ikke til at anvende saa store Opstemningshøjder og udsættes derfor heller ikke for slige Ulykker.

Vand fra Indsøer. Naar et Vandløb strømmer ud i en Indsø, der er nogenlunde stor, standses Strømmen, og alle faste Stoffer, der ere opslemmede i Vandet, bundfældes. Hvis Vandløbets Vand har egnet sig til Drikkevand efter at være filtreret, vil Søvandets ofte kunne bruges uden Filtrering, i alt Fald hvis Søen er stor, og man kan indlede Vandet langt ude og paa stor Dybde. Det lave Vand langs Bredderne, der opvarmes af Solen, er ofte fuldt af Smaaalg og derfor mindre godt skikket til Drikkevand. Er Søen saa lille, at Plantevæksten i den varme Aarstid kan brede sig helt over den, maa Vandet renses ved Filtrering.

Vandet skal ledes ind til Forbrugsstedet i en undersøisk Ledning, der i det smaa kan lægges i en Jorddæmning, som fra Kysten strækker sig ud til en Brønd i Søen med Indløb for Vandet, men i det store bygges som undersøisk Tunnel under Søbunden, udgaaende fra en lodret Brønd, som fører Vandet ned til Ledningen. Den første Metode er anvendt i Nakskov til Indledning af Vand fra Indrefjorden, den anden i Chicago, hvor Vandet tages fra Michigansøen; Ledningens Endepunkt laa oprindelig godt en halv dansk Mil ude i Søen, men i 1892 paabegyndtes Bygningen af en ny Ledning, hvis Endepunkt ligger dobbelt saa langt ude; man havde af og til kunnet mærke en Iblanding af Kloakvand i Drikkevandet, endskønt Chicagoflodens Vand, der optager alle Byens Kloaker og af Naturen har Udløb i Michigansøen, bliver pumpet op over et Højdedrag og ad nogle Smaafloder sendt til Mississippi. Samtidig med Bygningen af den ny Vandledning fra Søen paabegyndtes Anlægget af en Skibsfartskanal fra Chicago gennem Michigansøens og

Mississippiflodens Vandskel, en Kanal, der ikke blot skal tilvejebringe sejlbar Forbindelse mellem de to Vandomraader, men tillige bortføre alt Kloakvand og skylle Chicagofloden med rent Vand fra Michigansøen. En ganske lille Brøkdæl af Chicagos Kloakvand kan ødelægge Michigansøens stillestaaende Vand i en halv Mils Afstand fra Kysten, men man nærer ingen Betænkelighed ved at sende hele Massen til Mississippi, hvis Vand ogsaa benyttes som Drikkevand; det viser tydelig, i hvor høj Grad man stoler paa de store Floders Evne til at rense sig for organiske Urenheder, en Evne, der sandsynligvis beror paa den hvirvlende Bevægelse, som stadig bringer nyt Vand op til Overfladen, til Paavirkning af Lys og Luft.

Grundvandets Egenskaber. Naar Regnen slaar mod Jordoverfladen, blandes Vandet med Jord og bliver uklart; det synker ned gennem det øverste Jordlag, der indeholder en Mængde Rester af Plantevækst og Affald fra Jordskorpens Dyreliv, og optager organiske Urenheder, der gøre det ubrugeligt som Drikkevand. Men Vandet synker dybere; det organiske Liv i Jorden ophører efterhaanden, og Jorden bliver tættere med saa fine Porer, at alle de opslemmede Stoffer tilbageholdes, saa at Vandet atter bliver klart. Paa sin Vej gennem Jorden mødes Vandet stadig af Luft, ved hvis Ilt det renses for organisk Stof, og hvis Kulsyre det opsuger, hvorved det bliver i Stand til at opløse enkelte af de uorganiske Stoffer, der findes i Jorden, navnlig Kalk og Jern.

Kalk findes saa godt som alle Vegne, hyppigst som kulsur Kalk, der er lidt opløseligt i kulsyreholdigt Vand. Det findes ikke blot i sammenhængende Kalk- eller Kridtlag, men næsten Halvdelen af de utallige Smaasten og Korn, der ere blandede ind i Rullestensleret, bestaa af

kulsur Kalk, og det er derfor sædvanlig dette Stof, der gør Grundvandet haardt.

Jern er ligeledes meget udbredt som Bestanddel af almindeligt Ler. Saa langt som Luften kan trænge ned i Jorden, er Jernet iltet til Jerntveilte, Rust, der farver Leret rødligt eller gulligt; det er fuldstændig uopløseligt i Vand. Men i de dybere Jordlag, under Grundvandets laveste Stand, findes Jernet i en iltfattigere Forbindelse, Jernforilte, der farver Leret blaaligt eller grønligt og er lidt opløseligt i kulsyreholdigt Vand.

Ofte findes der tillige Svovlforbindelser i Jorden, en Rest fra ældre Tiders uddøde Dyre- og Planteliv, og disse Svovlforbindelser kunne give Anledning til, at Vandet op-suger en Luftart, Svovlbrinte, der selv i meget smaa Mængder kan spores ved en ubehagelig raadden Lugt. Den findes meget hyppigt i Grundvandet, men i Reglen i saa ringe Mængde, at den slet ikke kan paavises ved Analyse, men kun ved Lugten, der imidlertid straks taber sig, naar Vandet udsættes for Paavirkning af den atmosfæriske Luft, og saa svage Spor af Svovlbrinte fordærve ikke Vandet som Drikkevand.

Kalken gør heller ikke Fortræd, naar den ikke findes i meget store Mængder, og man ser bort fra, at der bruges lidt mere Sæbe til Vadsk. Jernet er ikke skadeligt for Sundheden, men giver Vandet Afsmag og medfører den Ulempe, at det bliver uklart, naar det udsættes for Luften. Der opsuges da en Del Ilt, og de opløste Jernforiltesalte iltes til Jerntveilte, der udskilles som et rustfarvet, løst Bundfald, som meget let fraskilles ved Filtrering af Vandet. I Almindelighed er Jernmængden ikke saa stor, at der fremkommer Bundfald, men Kander og Karafler, der stadig bruges til raat Vand, blive efterhaanden gullige.

Hvis Jordbunden indeholder særlige Mineralier i stor Mængde, kan Grundvandet opløse saa meget af dem, at det bliver ubrugeligt som Drikkevand, men maaske som Mineralvand kan virke helbredende paa visse Sygdomme.

Da Sommerens Varme og Vinterens Kulde ikke kan trænge ned i Jorden til store Dybder, vil Grundvandets Temperatur ikke svinge ret meget efter Aarstiderne. I en Dybde af 60 til 80 Fod under Jordoverfladen taber Aarstidernes Indflydelse sig fuldstændig, og Jordens og Grundvandets Varmegrad svarer til Luftens Middeltemperatur for hele Aaret, her i Landet omtrent 7° Réaumur. Dybere nede vokser Temperaturen omtrent 1° for hver 100 Fods Dybde paa Grund af Jordens indre Varme, men da det meste Grundvand, der her i Landet bruges som Drikkevand, kommer fra Dybder mellem 50 og 150 Fod, vil dets Temperatur holde sig nogenlunde konstant omkring 7 à 8° . I andre Lande findes meget dybe artesiske Boringer, 1000—1600 Fod, hvis Vand kan have en Temperatur af nogle og tyve Grader Réaumur.

Naturlige Kilder. Hvor Grundvandet bryder frem som en Kilde, beholder det i alt væsentligt sine Egenskaber; det er koldt, klart, kulsyreholdigt og haardt og vil i Almindelighed være udmærket Drikkevand, naar Mængden af de opløste Stoffer ikke er for stor, og de fortrinsvis bestaa af Kalk og Jern. Vandføringen kan være saa rigelig eller kunstig forøges ved Dræning af Bakkeskraanningen, hvor Kilden bryder frem, at en hel Bys Vandforsyning kan faas fra naturlige Kilder. Enkelte Steder, f. Eks. ved Svendborg, ligge Kilderne tilmed saa højt over Byen, at Vandet gennem Rør kan ledes op i Byens højeste Huse. Det samme gjaldt tidligere til Dels for Helsingør; men da Jernbanestationen i 1893 skulde flyttes ned til Havnen, blev der udført en meget dyb Gennemskæring Syd for Byen, hvorved de vandførende Lag del-

vis bleve gennemskaarne og en stor Del af Vandmængden gik tabt for Byen.

Brønde. I Almindelighed opfanges Grundvandet i Brønde, det vil sige Huller, der graves lodret ned i Jorden og gøres saa dybe, at de træffe et nogenlunde dybtliggende vandførende Jordlag. Brøndsiderne maa helst udmures med haardbrændte Sten i Cementmørtel, saa de blive vandtætte, for at det daarlige Overfladevand i Jordskorpen ikke skal sive ind i Brønden og blandes med det gode Grundvand, som bryder frem i Bunden, og fylder Brønden til en Højde, der svarer til Grundvandsstanden i

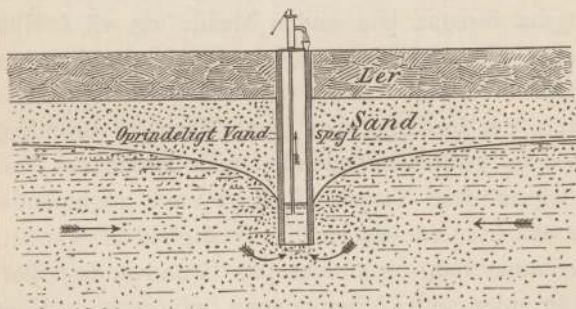


Fig. 288. Sænkningen af Vandspejlet omkring en Brønd.

de omgivende Jordlag eller til Stighøjden i det vandførende Lag, hvorfra Brønden faar Vand. Sædvanlig staar Vandet lavere end Jordoverfladen, saa det maa løftes ved Hjælp af en Pumpe. Naar man bruger af Vandet i Brønden og derved sænker Vandspejlet, trænger nyt Vand ind fra Bunden, og Grundvandsspejlet sænkes tragtformig omkring Brønden, saa Vandet fra alle Sider maa strømme hen imod den. Jo dybere Vandspejlet i Brønden sænkes, desto længere bort mærkes Sænkningen af Grundvandet, og desto større bliver det Opland, som

sender Vand til Brønden, og den Vandmængde, som den til Stadighed kan afgive.

Naar man sænker Vandstanden i en dyb Brønd meget, for at den skal levere en stor Vandmængde, saa sænker man samtidig Grundvandsstanden i hele Omegnen, og det kan let hælde, at mindre dybe Brønde tørres fuldstændig ud. Den ene Mand kan altsaa paa en Maade stjæle Vandet fra den anden ved at grave sin Brønd meget dyb og bruge meget Vand, men det er dog ikke noget rigtigt Tyveri, da den anden kun behøver ogsaa at gøre sin Brønd dybere for at faa Vand igen. En saadan Sænkning af Grundvandsstanden, der tømmer Brøndene, kan ogsaa foregaa paa anden Maade og vil f. Eks. ofte være en Følge af Udgravningen af dybe Jernbanegennemskæringer.

Hvis det Jordlag, som giver Vand til Brønden, ikke er særdeles godt vandledende, maa Brøndens Omkreds, altsaa ogsaa dens Tværmaal, helst være nogenlunde stor, da der saa kun kræves en lille Hastighed af Vandet, idet det strømmer ind, og Faldet paa Grundvandsspejlet nærmest Brønden eller Sænkningen af dennes Vandspejl heller ikke behøver at være meget stor. Gælder det kun om at skaffe Vand til en enkelt Husholdning, vil det kunne naas overalt, hvor der blot findes enkelte Sandaarer i Jorden, med en gravet Brønd af et Par Alens Tværmaal.

Staar Brønden derimod i Forbindelse med et særlig godt vandførende Jordlag, i hvilket Vandet kan opnaa stor Hastighed med et lille Fald paa Vandspejlet eller Stig-højdelinien, saa kan man nøjes med en boret Brønd af ganske lille Diameter, 2 à 3 Tommer for en enkelt Husholdning og 12 à 24, hvis det drejer sig om store Vandmængder. En saadan Brønd udfores med Jernrør, billige trukne Smedejernsrør til de mindste Diametre, Støbejerns-

rør til noget større Boringer og nittede Pladejernsrør til de største. Hvis Vandet indeholder meget Svovlbrinte, maa Foringsrørene udføres af Støbejern, da Smedejern vil ruste op i Løbet af ganske kort Tid.

Indtil en Dybde af 40—50 Fod koster en gravet Brønd omtrent dobbelt saa meget som en Boring med smaa Rør, nemlig 5 à 6 Kr. pr. Fod imod 2 à 3 Kr., og ved større Dybde er Forskellen endnu større, da Prisen for Gravningen vokser stærkt med Dybden, medens Boringen ikke bliver væsentlig dyrere, før man naar ned til Dybder større end 150 à 200 Fod.

Naar man i gamle Dage skulde have gravet en Brønd, maatte først en klog Mand opsøge en Vandaare i Jorden. Han fandt den ved Hjælp af en tvegrenet Pilekvist, som han holdt med en Haand i hver Gren og Rodenden vandret ud for sig; naar han under sin Søgen kom til et Sted, hvor der var Vand i Jorden, bøjede Pilekvisten sig ned mod Vandet, og der blev Brønden saa gravet. Men den Kunst at søge Vand med en Pilekvist er nu glemt, siden Folk har hørt op at tro paa den; nu siger man selv, hvor man ønsker sin Brønd, og dels ved Gravning, dels ved Boring kan man næsten altid faa Vand nok til en almindelig Husholdning; og holder man Tilløb fra de øverste Jordlag ude, ved at mure Brøndbeholderen tæt, kan man altid faa brugeligt, om ikke udmærket Vand, naar man blot ikke vil anlægge Brønde i Jordlag, hvis Dannelse er saa ny, at de endnu indeholde forraadnende Plante- eller Dyrerester.

Vandværker. Paa Landet kan man i Almindelighed skaffe sig Drikkevand ved Brønde, en til hvert Hus, men i Byer, hvor Folk bo tæt op ad hinanden, kan det være overmaade vanskeligt at faa tilstrækkeligt og godt Brøndvand. Brøndene komme til at ligge tæt sammen, saa at en enkelt Fabrik, der bruger meget Vand, kan tømme

alle Kvarterets Brønde; og Grundvandet er ofte meget urent, fordi Jorden er blandet med organiske Stoffer. Efterhaanden som Byen har vokset sig stor, har Bebyggelsen bredt sig over Arealer, hvor tidligere Slægtled henkastede deres Affald, over kunstige Opfyldninger paa gamle Sø- eller Mosestrækninger, hvor man maaske endog har brugt Fejeskarn som Fyldmateriale. Under saadanne Forhold kan man i den almindelige Sundheds Interesse ikke overlade det til hver enkelt at skaffe sig Drikkevand fra private Brønde, der let kunne foranledige Sygdoms-epidemier; men man gør Byens Vandforsyning til et fælles Anliggende og bygger et Vandværk, hvorfra alle Byens Indbyggere forsynes med rigeligt og godt Vand, der efter Omstændighederne kan tages fra en Sø, et Vandløb, naturlige Kilder eller Brønde og Boringer til dybtliggende, vandførende Jordlag.

Vandet ledes ind til en Maskinstation med Indretninger til dets Rensning ved Filtrering og med Pumper, hvormed det kan trykkes ud i Byen til de enkelte Forbrugere. Fra Maskinstationen udgaar et Net af underjordiske Ledninger, der forgrene sig i alle Gader, og hvorfra Stigrør gaa op i Husene med Aftapningshane i hver Etage, saa Vandet bringes direkte ind i Køkkenet til hver enkelt Familie. Til Udjævning af Uregelmæssighederne i Vandforbruget paa forskellige Tider af Dagen og til Regulering af Trykket i Ledningerne bygges en højtliggende Beholder, der staar i Forbindelse med Ledningsnettet og om Dagen modtager det overflødige Vand, som den atter afgiver om Natten, naar Pumpningen helt eller delvis standses; Beholderen maa altsaa ligge saa højt, at Vandet fra den kan drives op i Husenes øverste Etager.

Da Byens Indbyggere faar meget nemmere Adgang til Vand efter Anlæggelsen af et Vandværk, end medens de skulde hente det fra en Brønd i Gaarden, saa bruge

de ogsaa meget mere Vand og vadske og skylle Gader og Rendestene langt bedre end tidligere; Byen bliver renligere og sundere, men Vandmængden, som gaar med, bliver stor og maa muligvis hentes langt borte. Allerede Romerne forstod at lede Vandet fra Bjergsøer ind til deres Byer og have efterladt Mindesmærker om deres Bygningskunst i talrige Vandledningsbroer, der øverst bære en Kanal, hvori Vandet flyder. Milevidt over Sletten førtes Vandet paa denne Maade til Byerne og fordeltes til Springvande og offentlige Brønde. Nutildags foretrækker man at indlede Vandet i underjordiske Rørledninger, hvor det lettere kan holde sig koldt og være sikret mod at blive urent under Vejs. Og hvis den naturlige eller kunstige Beholder, eller Kilderne, hvorfra Vandet tages, ligger højt nok, saa sætter man Tilløbsledningen i direkte Forbindelse med Gade- og Husledninger og sparer Bygningen af en Maskinstation og Udgiften til Pumpning.

Undersøgelse af dybtliggende vandførende Jordlag.

Hvor man kan tænke paa at benytte Overfladevand fra en Sø eller et Vandløb, er det forholdsvis let at bestemme, om Vandet egner sig til Drikkevand, og om der er nok af det. Man tager en Analyse af Vandet, maaler direkte Vandføringen ved Sommertid og søger i Oplandets Størrelse Garanti for, at den fornødne Vandmængde virkelig kan skaffes. Langt vanskeligere stiller Sagen sig, hvor man er henvist til at bruge Grundvand, da der ikke overalt findes vandførende Jordlag, hvis Vandmængde er tilstrækkelig til en stor Bys Forsyning. Det gælder først og fremmest om, at Lagets Opland er stort, og man maa derfor søge det paa nogenlunde lave Steder. Ved gentagne Prøveboringer finder man endelig et vandførende Jordlag, der ved sin Beskaffenhed og Tykkelse giver Haab om et godt Resultat, og nu skal dets Vandmængde prøves. Oplandet kan ikke bestemmes direkte

men Stighøjden kan maaske give nogen Vejledning, navnlig hvis den er stor, da Oplandet saa maa omfatte højtliggende Partier. Ved tre Boringer i en Trekant bestemmes Retningen og Størrelsen af Vandspejlsfaldet.

Ere Boringerne A, B og C med Stighøjderne 14', 15' og 17', bestemmer man et Punkt D mellem A og C, hvis Stighøjde er den samme som for B. Det stærkeste Fald er da rettet efter Linien CE, der staar vinkelret paa BD, og Vandspejlet falder 2 Fod paa Længden CE. Ved Boringer i Linien BD bestemmes Bredden af det vand-

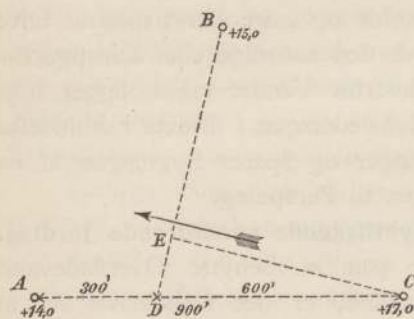


Fig. 289. Bestemmelse af Vandspejlsfaldet.

førende Lag, og man kender saa Tværsnittet af Grundvandsstrømmen og Faldet paa dens Vandspejl eller Stighøjdelinie. Derefter forsøger man at pumpe fra Borehullerne i længere Tid ad Gangen; af og til maales den Vandmængde, der oppumpes i en vis Tid, og man undersøger, hvor langt Vandet synker saa vel i den Boring, hvorfra der pumpes, som i de andre Boringer, og skønner deraf, hvor langt Vandspejlssænkningen strækker sig ud til Siderne, og hvor stor en Bredde af Vandlaget der bidrager til at føde Pumpen. Deraf kan saa atter skønnes, hvor mange Boringer tværs over Laget der ere nødvendige til Opfangelse af hele dets Vandmængde, og om de tilsammen kunne give nok. Ved at sammenligne Vandspejlsfaldet i Nærheden af Brønden under Pumpningen med det oprindelige Vandspejlsfald kan man med Tilnærmelse beregne Hastigheden i Grundvandsstrømmen og dens Vandføring i Forhold til den oppumpede Vand-

mængde, og hvis Laglejringsen er nogenlunde regelmæssig, kan det fundne Resultat verificeres ved en direkte Maa-ling af Strømmens Hastighed. Man kan ikke som ved et Overfladevandløb kaste en Svømmer i Vandet og iagttage dens Fart med Strømmen, men anvender i Stedet en stærk Kogsaltopløsning, som hældes ned gennem et Borehul; fra et andet Borehul lidt længere nede ad Strømmen tages stadig Vandprøver, der efterhaanden ville indeholde mere og mere Salt, indtil de Vandpartikler, der befandt sig ved Borehul Nr. 1, da Saltopløsningen blev hældt der- ned og altsaa blendedes direkte med den, ere naaede hen til Nr. 2; saa aftager Saltholdigheden af Vandet atter. Da Grundvandets Hastighed altid er lille, kan man ved at tage Vandprøver f. Eks. hver halve Time tilstrækkelig sikkert bestemme det Tidspunkt, da Saltmængden ved det andet Borehul er størst, og dermed, hvor lang Tid Vandet har brugt om at tilbagelægge Afstanden mellem de to Boringer.

Multipliceres derefter Vandhastigheden pr. Døgn med det nyttige Vandtværnsnit af Gruslaget, findes den Vand- mængde, som til Stadighed kan oppumpes pr. Døgn. Det nyttige Vandtværnsnit vil udgøre fra en Trediedel ind- til Halvdelen af Gruslagets Tværnsnit, efter som Gruset er grovt eller fint.

Opfangelsen af Vandet. Efter at man paa en eller anden Maade er kommen til Klarhed over, at der er tilstrækkeligt Vand, bygger man enten en eller flere større Brønde til Opfangelse af Vandet, eller fører et større An- tal Boringer ned til Vandaaren. Bruges større Brønde, bygges Maskinhuset til Pumperne saa nær Brøndene, at Pumpernes Sugeledning kan føres ned i dem. Anvendes derimod Boringer, saa forbindes hele Rækken af Borerør med en fælles dybtliggende Jernledning, der fører Vandet til en Samlebrønd, hvorfra Pumperne suge det op. Af

Dybden, hvori denne Samledning kan lægges under den oprindelige Stighøjde, vil det afhænge, hvor dybt Vand-spejlet i Borehullerne kan sænkes, hvor meget Vand hver enkelt kan give, og hvor mange man i alt behøver.

Som Eksempler paa Byer, hvis Vandværker forsynes fra dybtliggende vandførende Jordlag, kan nævnes Kjøbenhavn, Frederiksberg, Odense, Korsør, Nykjøbing paa Falster.

Kjøbenhavn faar en meget stor Del af sit Drikkevand fra Boringer ved Søndersø, en lille Sø Sydvest for Furesø og skilt fra den ved et højt Bakkedrag. Furesøens Vandspejl ligger omtrent 60 Fod over dagligt Vand i Øresund, medens Søndersø ligger godt 20 Fod lavere. Stighøjden for de vandførende Jordlag, der dels ere meget grove Gruslag, hvilende paa Saltholmskalk, dels de øverste revnede Kalklag, er godt 50 Fod over dagligt Vand, og det er derfor rimeligt, at de strække sig helt ind under Furesø og modtage Vand fra dennes store Opland, der let kan forsyne Kjøbenhavns 350,000 Indbyggere. Vandledningen fra Søndersø til Kjøbenhavn gaar i sydøstlig Retning, og føres op over et højt Bakkedrag, hvorfor det har været nødvendigt at bygge en særlig Pumpestation til Vandets Løftning. Det har været paatænkt at føre en Tunnel under Bakkerne for at spare Pumpningen, men da den til Dels skulde bygges i stærkt vandførende Jordlag og derfor vilde blive meget kostbar, er Tanken atter opgiven.

Vandets Iltning. Fra Højderne Sydøst for Søndersø føres Vandet i en lukket Betonledning gennem Damhusaadalen til Kjøbenhavn og optager under Vejs Tilløb fra forskellige Brøndanlæg, hvis Vandspejl man sænker ved Pumpning for at forøge Tilstrømningen til Brøndene. Om største Delen af Vandet gælder, at det foruden Kalk baade indeholder Jern og lidt Svovlbrinte, hvorfor Led-

ningen paa korte Strækninger holdes aaben, saa Vandet kan blive luftet, Svovlbrintelugten tabe sig og Jernforiltesaltene iltede til Jerntveilte og udskilte. Denne Proces foregaar fuldstændig paa den lange Vej til Kjøbenhavn, hvor Vandet ankommer med et svagt Bundfald af Jerntveilte, der gør dets Filtrering nødvendig.

Vandværket i Nykjøbing paa Falster er i Størrelse ikke stort mere end en Hundrededel af Kjøbenhavns, men Forholdene minde for saa vidt om Kjøbenhavn, som Vandet faas ved artesiske Boringer fra Gruslag, lejrede oven paa Skrivekridt, og det i sin Beskaffenhed ligner Vandet fra Sønder sø. De lokale Forhold have medført, at Vandværkets Maskinhus helst maatte ligge ved Samlebrønden, der modtager Vandet fra Boringerne, og man har derfor mellem Brønden og Filtrene maattet indskyde et Ilttingsapparat, hvori Vandet luftes, for at Svovlbrintelugten kan gaa bort og Jernet udskilles som Tveilte. En Pumpe trykker Vandet fra Samlebrønden op i en højtstaaende Jernkasse med gennemhullet Bund, hvorfra det som en stærk Regn falder ned i en flad Beholder med Aflob direkte til Filtrene. Andre Steder, f. Eks. paa Frederiksberg Vandværk, iltes Vandet ved at løbe fra den ene aabne Betonrende til den anden med smaa Vandfald mellem Renderne, og fra dem til Filteret, eller det trykkes op over et paraplylignende Stativ, over hvis Rande det drypper ned i selve Filteret.

Filtreringen. Ved Rensningen af uklart Vand efterligner man den Fremgangsmaade, som Naturen selv har anvist ved Rensningen af uklart Overfladevand til klart Kildevand; man lader Vandet passere gennem et porøst Jordlag, i Almindelighed fint Sand, der kan tilbageholde alle opslemmede Stoffer. Denne Proces benævnes Filtrering, og den foregaar i et Filter, der er fyldt med det

filtrerende Sandlag, og fra hvis Bund Vandet har Afløb til en Rentvandsbeholder.

Filteret er en stor Kasse med murede Sider og Bund, meget almindelig udført af Beton, der let skaffes vandtæt. I Bunden er udarbejdet Riller med Fald hen imod et Afløbsrør, og disse Riller dækkes med Mursten paa Fladen, lagte løst ved Siden af hinanden, saa at Vandet kan sive ned gennem Mellemrummene. Over Murstenene spredes først et Lag af meget grovt Grus, derover finere Grus og øverst et omtrent 3 Fod tykt Lag af fint Sand, det egentlige Filtermateriale.

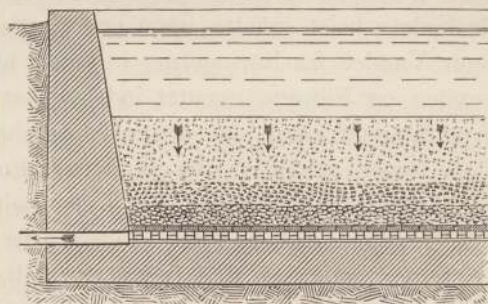


Fig. 290. Snit gennem et Filter.

Vandet ledes ud i Filteret gennem Rør i Sidemurene, og Kassen holdes i nogen Tid fyldt med det uklare Vand, der synker ned gennem Sandet og løber klart ud fra Renderne i Bunden. Naar Filteret har arbejdet uafbrudt en vis Tid, der kan vare desto længere, jo mindre Bundfald Vandet indeholder, lader man det løbe tørt; Snavset i Vandet har da lagt sig som en slimet Hinde oven paa Sandet, og det øverste tynde, urene Sandlag skovles forsigtig bort og erstattes med rent Sand, hvorefter Filteret kan gjøre Tjeneste paa ny. Det snavsede Sand vadskes med rent Vand og kan saa bruges igen.

For hver Kvadratfod Filterflade kan gennemsnitlig regnes filtreret henimod 15 Kubikfod Vand i Døgnet. Den Omstændighed, at et Filter af og til skal renses, bevirker, at et Vandværk som Regel maa have mindst to Filtre, som skiftevis kunne arbejde, naar Filtreringen skal kunne foregaa uden Afbrydelse.

Rensningen af et Filter foregaar bekvemmest, naar det holdes aabent, men Vandet vil da blive opvarmet af Solen om Sommeren og kan let fryse om Vinteren, og et frossent Filter kan ikke renses. Derfor anvendes ofte Overdækning, enten et almindeligt Tag eller hellere en tynd Betonhvælving, dækket med Jord, der bedre beskytter Vandet baade mod Opvarmning og Afkøling.

Rentvandsbeholderen kan være en rund, muret Brønd eller en firkantet Betonbeholder, der helst maa være overhælvvet. Da den af og til skal efterses og renses, maa der være Aabninger i Hvælvingen, hvorigennem man kan gaa ned i Beholderen. Disse Aabninger maa altid holdes omhyggelig dækkede med fin Staaltraadstvist, for at ikke Myg eller andre Insekter skulle lægge Æg i Beholderen og Drikkevandet en skønne Dag vrimle med Mygglarver.

Pumperne. Hvor Pumpning skal anvendes, har man sædvanlig Brug for to Slags Pumper, Filterpumper, der suge det raa Vand fra Samlebrønden og trykke det til Iltningsapparatet eller direkte paa Filtrene, og Rentvands-pumperne, der suge Vandet fra Rentvandsbeholderne og trykke det ud til Forbrugerne. Begge Slags Pumper ere dobbeltvirkende Suge- og Trykpumper, der i Reglen drives med Damp. Ved store Pumper overføres Bevægelsen fra Dampstempel til Pumpestempel i Almindelighed ved en Balance, ved smaa Pumper bruges ofte liggende Cylindre med Pumpe- og Dampstempel paa en

fælles Stempelstang. Man kan dog ogsaa benytte anden Drivkraft end Damp, f. Eks. Gasmaskiner.

Filterpumperne arbejde i Reglen med temmelig smaa Løftehøjder og kræve ikke ret megen Kraft, medens Rentvandspumperne ofte have en meget stor Trykhøjde, der naturligvis retter sig efter Husenes Højde. I Kjøbenhavn trykkes Vandet saaledes op til en Højde af 150 Fod, eller rettere sagt: Trykket i Ledningerne lige ved Pumperne svarer til 150 Fods Vandhøjde, hvoraf henimod Halvdelen forbruges af Gnidningsmodstanden i Rørene. Maskinstationen maa mindst indeholde to Filterpumper og to Rentvandspumper, saa de nødvendige Reparationer kunne udføres uden Standsning af Driften. Ved store Vandværker fordeles Kraften over et større Antal Pumper, da man saa lettere kan rette Pumpningen efter Forbruget og ikke behøver saa stor Reservekraft. 1000 Kubikfod Vand i Døgnet, oppumpet til 150 Fods Højde, svarer omtrent til $\frac{1}{4}$ Hestekraft hele Døgnet rundt. Regnes 33 % Reservekraft, og at der kun skal pumpes i 18 Timer af Døgnet, skal Pumpernes effektive Kraft, maalt i oppumpet Vand, være c. $\frac{1}{2}$ Hestekraft for hver 1000 Kubikfod Vand, der skal bruges i et Døgn.

Ledningsnettet. Fra Maskinhuset udgaar Hovedtrykledningen, der forgrener sig i alle Byens Gader, saaledes at de enkelte Grene sluttet sammen som Maskerne i et Net, hvorved opnaas, at man ad flere Veje kan sende Vand til et bestemt Punkt i Byen. Fordelen herved ligger i, at man saa kan afspærre en bestemt Ledning uden at afskære en større Del af Byen fra Vandforsyning, hvis et Rør springer, eller der skal anbringes nye Stikrør.

Hovedledningerne udføres af Støbejerns Mufferrør, der samles med Blystøbning. Afspærringen af enkelte Ledningsstykker foregaar ved Hjælp af Skydeventiler, Metalspjeld, der bevæges ved en lodret Skruespindel, som sidder i en

lille Brønd og kan drejes med en Nøgle. Ledningernes Størrelse retter sig efter den Vandmængde, der skal passere dem, saaledes at de største Ledninger findes nærmest Maskinhuset, de mindste i de fjerneste Gader. Ved store Vandværker kan Hovedledningernes Diameter være indtil 24" eller mere; ved smaa Vandværker kan man maaske nøjes med 8 eller 10". I Byer med høje Huse have de mindste Gadeledninger ofte 4" Diameter, da Ledningen saa bedre kan afgive Vand til en Brandsprøjte, hvis Straale skal kunne naa Hustagene. I mindre Byer med lavere Huse kan man nøjes med 3" Gadeledninger. Vandet til Brandsprøjterne tages fra særlige Vandopstandere i Gaderne, de saakaldte Brandhaner, der ere indrettede saaledes, at en Sprøjteslange kan skrues fast paa dem.

Fra Hovedledningen i Gaden føres Sideledninger ind til de enkelte Huse; de udføres i Almindelighed af $1\frac{1}{2}$ " Støbejernsrør, der skrues fast i Rørvæggene paa de store Hovedledninger og faststøbes i Muffegrenrør paa de mindre.

Alle Gadeledninger skulle ligge 3 à 4 Fod dybt i Jorden, saa at Vandet i dem ikke kan fryse.

Naar Vandledningen er ført ind gennem Kældermuren, fortsættes den op i Huset af trukne Smedejernsrør, der samles med Skruemuffer. Til Jordledninger kan Smedejern ikke anvendes, da det vilde ruste for hurtig.

Husledningen føres som en lodret Stamme op gennem alle Etager tæt ved Køkkenvadskenene, og for hver Vadsk anbringes en lille Sideledning, der ender med en Aftapningshane. Skruهانer, der aabnes og lukkes med en Skruespindel, ere egentlig de bedste, fordi de aabne og lukke gradvis, saa Vandet ikke kan slaa i Rørene; men da man kan lade dem staa aabne, saa Vandet frit kan løbe ud, give de let Anledning til Vandspild og bruges derfor ikke saa meget som selvluukkende Fjederhaner, der

aabnes ved Drejning af en meget stejl Skrue, hvorved en Stang D aabner Ventilen V mod Vandtrykket og sammen-

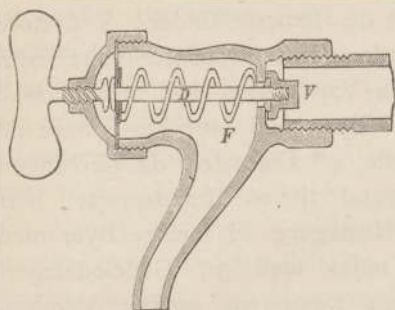


Fig. 291. Selvlukkende Vandhane.

trykker en Fjeder F, som straks lukker Hanen igen, saa snart man slipper den. Disse selvlukkende Haner aabne og lukke pludselig for Vandet, hvilket kan give Anledning til Stød, som undertiden kan sprænge Rørene.

Da Køkkenvaskene i Almindelighed sidde ved et Vindue vil Husledningen ofte blive ført op saa nær til Ydermuren, at den ikke er frostfri, i hvert Fald ikke den nederste Del, som gaar gennem Kælderen, og her maa da anbringes en Stophane og en Aftapningshane, saa at man i kolde Vinternætter kan lukke af for Vandet og tømme Husledningen. Om Dagen sættes Vandet i Bevægelse i Ledningen, hver Gang man aabner en Hane, og fryser derfor ikke saa let.

Højdebeholderen. Naar Vand strømmer igennem en Rørledning, opstaar der Gnidningsmodstande, som kræve en vis Kraft til deres Overvindelse, og derfor vil Vandtrykket i Ledningen, der maales ved den Højde, hvortil Vandet kunde stige i et lodret aabent Rør, stadig aftage i Strømmens Retning. Heraf følger, at Pumperne maa presse Vandet ind i Hovedledningen med et Tryk, der er saa meget større end Højden af Husene, hvori Vandet skal trykkes op, at det kan overvinde Gnidningsmodstandene i alle Ledningerne. Modstandene vokse med Vandets Hastighed, altsaa med den Vandmængde, som

strømmer gennem Rørene, og jo mere Vand der i et bestemt Øjeblik tappes af Vandhanerne i Byen, desto større skal Overtrykket i Hovedledningen ved Pumpestationen være, for at Vandet kan blive drevet helt op i Husene. Pumperne maa indrettes til at arbejde med det Tryk, som kræves i Middagstimerne, naar Vandforbruget er stort, og ville saa altid — fraregnet forholdsvis smaa Svingninger — aflevere Vandet til Hovedledningen netop med dette Tryk.

Standses nu Aftapningen, saa ophører Vandets Bevægelse, Gnidningsmodstanden forsvinder, og det store Tryk i Hovedledningen forplantes til alle Sideledninger og Stigrør, og hvis disse vare aabne foroven, vilde Vandet kunne stige højt op over Husene. Men Vandrørene kunne naturligvis ikke gøres højere end Husene, og for at Vandet ikke skal strømme ud af den øverste Ende, maa denne lukkes; Vandet pumpes altsaa ind i et Rørsystem, der er aflukket, naar ingen tapper Vand, og for at Trykket ikke skal stige saa højt, at Ledningerne sprænges, maa Vandet et enkelt Sted kunne gaa op i et aabent Stigrør, og Trykket i Hovedledningen vil saa bestemmes af Vandstanden i dette Stigrør og Ledningsmodstandene imellem det og Pumperne. Er Stigrøret snævert, saa vil dets Vandstand hurtig stige ved fortsat Pumpning, og dermed ogsaa Trykket i Ledningerne, men udføres Stigrøret som en højtliggende aaben Beholder af stort Tværmaal og forbunden med Hovedledningen ved et nogenlunde vidt Rør, saa kan Vandstanden kun stige ganske langsomt, Ledningsmodstandene mellem Pumpe og Beholder blive smaa, saa at store og pludselige Forandringer af Trykket i Ledningerne blive umulige.

Det kan imidlertid ogsaa tænkes, at den Vandmængde, som Pumperne sende ind i Ledningerne, er mindre end

Forbruget, f. Eks. hvis Pumperne staa stille, og i saa Fald vil Trykket i Husledningerne under fortsat Forbrug meget hurtigt synke saa stærkt, at der ikke er Vand i de øverste Etager, hvis der ikke findes en Højdebeholder, som kan afgive den manglende Vandmængde, uden at dens Vandstand synker alt for dybt. Nu strømmer Vandet bort fra Højdebeholderen, og Trykket i Ledningerne vil maales ved Højden til dens Vandspejl, med Fradrag af den Trykhøjde, som kræves til at overvinde Gnidningsmodstandene i Ledningerne mellem Højdebeholderen og de Haner, hvorigennem Vandet tappes ud.

Højdebeholderen vil altsaa regulere Vandtrykket i Ledningsnettet saaledes, at Stighøjden, saa længe der er Vand i Beholderen, aldrig kan blive større end Højden til øverste Vandspejl i Beholderen, forøget med den til Ledningsmodstanden svarende Trykhøjde, eller mindre end Højden til Beholderens laveste Vandspejl, formindsket med Modstandstrykhøjden.

Hvis Pumpningen skal kunne standses Natten igennem, maa Højdebeholderen kunne rumme hele den Vandmængde, som skal bruges om Natten, og gennemsnitlig maa Pumperne altsaa om Dagen levere saa meget mere Vand, end der bruges, at Beholderen hver Aften kan blive fyldt.

Hvis der tæt ved Byen ligger en høj Bakke, kan man bygge Højdebeholderen paa den og udfører den da gerne som en Betonbeholder nedgravet i Jorden og dækket med Hvælving og Jordfyld ligesom Rentvandsbeholderen ved Vandværkets Maskinstation, kun betydelig større. Der maa saa fra Hovedledningen føres en tilstrækkelig vid Sideledning op til Højdebeholderens Bund.

Er Terrænet i Byens Nærhed derimod fladt, saa maa man opføre et Vandtaarn til Opstilling af Højdebeholderen, og man vælger da gerne en højtliggende Plads i Byen,

for ikke at bygge Taarnet højere end nødvendigt, og fører Hovedledningen fra Pumpestationen lige forbi det.

Fra denne Hovedledning L føres et Stigrør med Stophane op til Bunden af Beholderen B, og for at denne ikke skal svømme over, lægges en Overløbsledning O med Afløb til en Kloak K. Overløbsledningens tragtformede Munding lægges i den Højde, hvortil Beholderens Vandspejl maa stige.

Mellem Stigrør og Overløbsrør anbringes en Forbindelsesledning med Hane, saa at Beholderen kan tømmes og efterses.

Taarnet bygges saa højt, at Beholderbunden ligger saa meget over de højeste Huse i Byen, at Vandet kan trykkes op i dem, selv om Beholderen næsten er tom.

Det er ikke Meningen, at Pumpningen skal fortsættes med fuld Kraft, naar Højdebeholderen er bleven fyldt, og Overløbsledningen begynder at virke, da man saa blot pumper Vand til Spilde, og derfor anbringes et Signalapparat, der kan underrette Maskinmesteren om, at Beholderen er fuld.

Det udføres sædvanlig som en Svømmer, en hul Metalkugle, der løftes af Vandet og slutter en elektrisk Kontakt i det Øjeblik, da Overløbsrøret træder i Virksomhed. Saa ringer en Klokke i Maskinhuset, og Maskinmesteren lader Pumperne gaa langsommere. Hvis der nu bruges mere Vand i Byen,

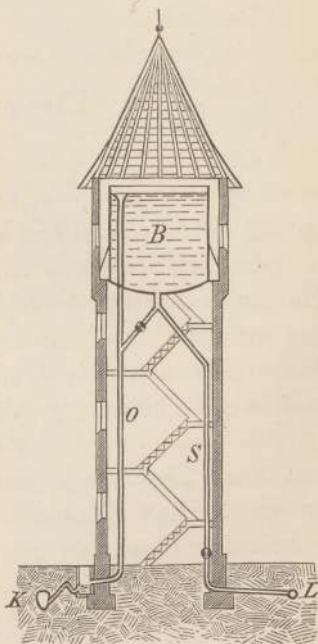


Fig. 292. Vandtaarn.

end der oppumpes, saa synker Vandspejlet i Højdebeholderen indtil en vis Dybde, hvor Svømmeren slutter en anden elektrisk Kontakt, saa der atter ringes paa Maskinstationen til Melding om, at Pumperne igen maa arbejde med fuld Kraft.

KAKKELOVNEN.

Forbrænding. De Flammer, som staa til Vejrs fra et Baal, vise, at der gaar en Strøm af Luft op ad fra Baalet. Nu kan der ikke stadig gaa Luft bort fra dette, uden at der ligesaa stadig føres Luft til. Den tilførte Luft mærkes ikke saa tydelig som den bortførte, fordi Tilførslen kan komme fra flere Sider, mens Bortførslen kun sker opad, og fordi den tilførte Luft er kold og usynlig, mens den, der føres bort, er hed og lysende.

Flammen er dog ikke alene Luft, hvad man kan slutte af, at den giver Røg; Røgen bestaar for største Delen af meget smaa Kulfnug, som undgaa at opbrændes, ved at de slippe for tidlig ud af Flammen. Naar denne lyser, skyldes det Kulfnuggene i den; disse gløde nemlig ved Heden og brænde for største Delen; selve Luften i Flammen lyser ikke. Kulfnuggene fylde for øvrigt kun en lille Del af Flammens Rumfang. Man faar en god Forestilling om Flammens Bygning ved at betragte dens Skygge. Det lyder underligt, at en Flamme skulde kaste Skygge; det kan den dog, naar man lader et tilstrækkelig kraftigt Lys som Sollyset eller det elektriske Buelys falde paa den. Fig. 294 viser saaledes Skyggen, som en Stea-

rinlysflamme kaster ved elektrisk Lys paa et Stykke Papir, der holdes bag ved Flammen. Skyggen har en brunlig Farvetone, og det er morsomt at se, at Skygebilledet er mørkest i Spidsen, hvor Flammen er lysest, mens det er helt lyst over Vægen, hvor Flammen er

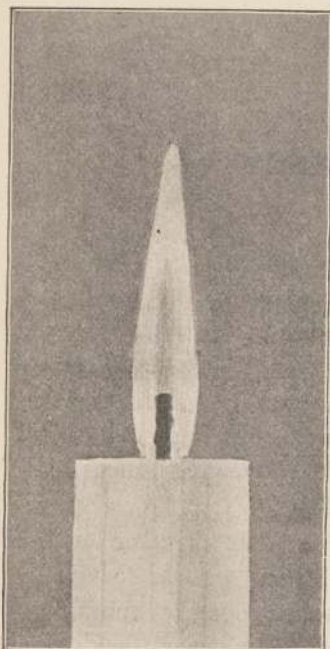


Fig. 293.
Stearinlysflamme.

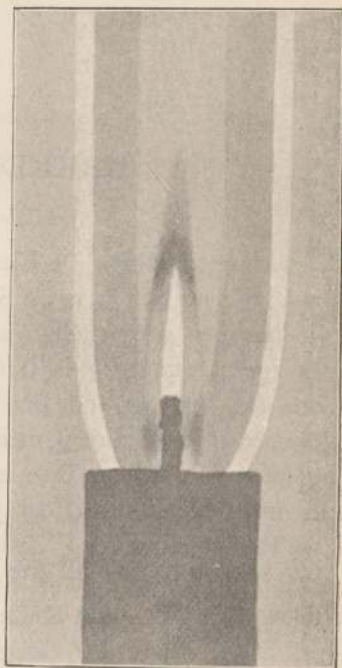


Fig. 294.
Skyggen af et brændende Stearinlys.

mørk. Dette forstaas let, naar man husker, at hvor Flammen er lysest, der er der flest af de glødende Kulfnug, og der maa den ogsaa tilbageholde det meste Sollys; over Vægen er der ikke andet end uforbrændt og gennemsigtig Stearindamp, som slet ikke tilbageholder noget Lys.

Den varme Luftstrøm, der staar op fra Flammen, ser man ogsaa i Skyggen. Et Stykke over Flammen gaar Strømmen uforstyrret; den aftegner sig paa Grund af Lysbrydningen i den varme Luft ved de to lyse Linier, man ser paa Figuren. Men højere oppe trænger der kold Luft ind i den varme Strøm; herved dannes der Hvirvler, som hvor to Vandstrømme mødes; højere oppe i Skyggen ser man derfor de to lyse Linier opløse sig i en bølgende Hvirvel af Lys og Skygge. Man kan paa denne Maade iagttage Luftstrømmen fra et Lys eller endnu bedre fra en Lampe i flere Fods Højde over Flammen.

Naar der er brændt f. Eks. 100 Pund Træ, hvor ere saa disse 100 Pund blevne af? Tilbage efter Baalet ligger kun en Bunke Aske, der vejer saadan noget som 1 Pund. De øvrige 99 Pund maa være et Sted, og dette Sted kan ikke være andet end i den fri Luft; de 99 Pund af Træet ere blevne til Luft. Træ er for største Delen dannet af Grundstofferne Kul og Brint. Ved Forbrændingen gaa disse Stoffer i kemisk Forbindelse med Ilten i den tilstrømmende Luft og blive derved selv luftformige. Kullet bliver til Kulsyre og Brinten til Vanddamp. Den Luft, der gaar bort fra Baalet, er derfor forskellig fra den, der strømmer til, idet det meste af dens Ilt er bleven til Kulsyre og Vanddamp.

Da den bortstrømmende Luft saaledes er fattig paa Ilt, er den ikke i Stand til paa ny at nære en Forbrænding. Dette kan man vise ved at holde en Pind tæt over Munden af Lamperøret paa en højt brændende Petroleumslampe med rund Flamme; Træet vil gløde og forkulle, men da Luften mangler Ilt, er det næsten ikke muligt at faa det tændt; dette kan derimod ske, naar man, nogen Tid efter at Pinden er anbragt, skruer Vægen lidt ned; den mindre Flamme bruger mindre Ilt, hvorfor der bliver nok tilovers til at tænde Pinden.

Skorstenen. Naar Soldater lejre sig om et Baal, er det en grumme lille Del af den Varme, Ilden giver, som de faa Nytte af; den aller største Del gaar til Vejrs med den hede Luftstrøm; kun den Varme, som Flammerne straale ud til Siderne, gør Nytte. En lignende ringe

Nyttevirkning har man af Baalet i en aaben Skorsten eller en Kamin. Skal man nogenlunde udnytte Baalets Varme, maa det brænde i en Ovn, d. v. s. et næsten helt lukket Rum, hvis Vægge hedes af Flammerne; de ophedede Vægge tjene da som en jævnt flydende Varmekilde til Opvarmning af Luften i det Rum, der skal opvarmes.

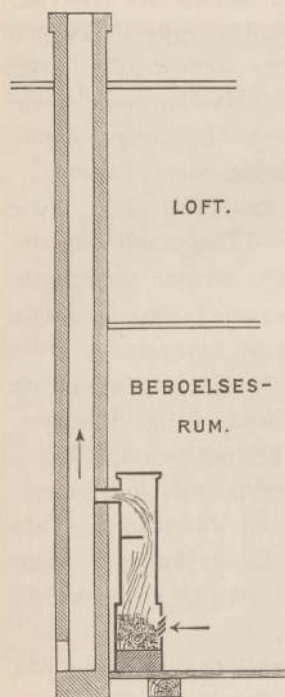


Fig. 295. Skorsten med en Kakkelovn.

Ovnrummet maa have to Aabninger: en for den tilstrømmende og en for den bortgaaende Luft. For at faa tilstrækkelig Luftbevægelse gennem disse Aabninger maa man sørge for Træk; dertil tjener Skorstenen, som er en muret Luftkanal, der fører op gennem Huset ud i det fri. Den maa udmunde over Tagryggen; hvis den udmunder paa den ene Side af Taget, vil Vind, der staar

paa mod den Side, presse Luft fra oven ned gennem Skorstenen. Derimod vil Vind, der stryger frit hen over Munden, trække eller suge Luften i Skorstenen opad, altsaa give Træk i Ovnen. Imidlertid er der ogsaa Træk i stille Vejr i alt Fald naar Ovnen bruges. Den bortdragende hede Luft faar nemlig ikke afgivet al sin Varme i Ovnen,

Skorstenen varmes ogsaa, og den varme Luft i den vil stige til Vejrs og trække ny Luft efter sig fra neden gennem Ovn. Saa længe man om Vinteren stadig fyrer, faar Skorstenen ikke Tid til at blive helt kold i Løbet af Natten, og derfor har man straks om Morgen, naar man fyrer op, nogen Træk til at begynde med, men livlig Ild faar man dog først, naar Skorstenen er bleven rigtig varm igen.

Man kan overbevise sig om Virkningen af den varme Skorsten ved at holde et varmt Lampeglass oprejst i Haanden og puste Tobaksrøg hen under det; Røgen suges ind i Glasset og stryger med stor Fart op derigennem. Grunden til Virkningen er følgende: Det er nævnt under Barometret, at Lufttrykket er forskelligt i forskellige Højder; ved b (Fig. 296) er Lufttrykket saa meget større, end det er ved a, at Luften i Røret mellem a og b netop kan bæres, hvis der er samme Varmegrad inde i Røret som udenfor. Man maa huske, at ogsaa Luften har Vægt og derfor maa bæres, hvis den ikke skal falde. Men bliver Luften inde i Røret opvarmet, da udvider den sig; noget af den drives ud, hvorfor det, der bliver tilbage i Røret, vejer mindre, end den kolde Luft vejede; den ydre Luft trykker imidlertid uforandret som før ved a og ved b, og deraf vil da følge, at Trykoverskuddet ved b er større, end det behøver at være for at bære Luften i Røret; denne bliver derfor skubbet opad, og det vil blive ved at gaa for sig, saalænge Røret er varmt, fordi dette stadig opvarmer den Luft, der trænger ind fra neden. Er Røret koldere end Luften uden om, da er der mere Luft deri, end hvad der kan bæres af det større Tryk ved b; derfor falder den kolde Luft ned gennem Røret. Tager man et Lampeglass fra Kulden ind i et varmt Værelse og puster Tobaksrøg ind i det, vil man faa at se, at Røgen strømmer hurtig ud forneden.

Denne Virkning kan ogsaa mærkes i en Skorsten; er det hurtigt blevet varmt ude i det fri, saa det er koldere inden Døre, kan en Skorsten, som ikke har været i

Brug, trække den gale Vej, altsaa drive Røgen ud i Stuen gennem Kakkellovnsdøren.

Jo højere Skorstenen er, desto større er den Kraft, hvormed Luften drives op igennem den, forudsat at Ildstedet er stort nok til at holde den varm i dens fulde Højde. Det store Ildsted har Brug for megen Luft, altsaa for en høj Skorsten, og har tillige Varmevne nok til at holde denne varm. Derfor har man de høje Fabrikskorstene, som tillige ere nødvendige for at formindske Ulemperne ved Røg og Dunster fra Fabrikken. I de høje Skorstene i Huse paa 4—5 Etager har man ofte daarlig Træk for Ovnene i øverste Etage; det maa hidrøre fra, at den øverste Del af Skorstenen fører igennem det kolde Loftsrum og tillige køles, ved at der falder kold Luft ned gennem Mundingen. Røgen fra de lavere liggende Ildsteder kan derfor for



Fig. 296.

en Del tvinges ud af Skorstenen gennem Ovnene i øverste Etage. Det er endogsaa hændt i Kjøbenhavn, at Folk ere blevne kvalte af Kulos, som paa den Maade fandt Vej fra en Etage nedenunder. Det har meget at sige, hvor vid Skorstenen er. Er Vidden for stor, kan det hænde,

at der gaar en varm Strøm op ved den ene Side og paa samme Tid en kold Luftstrøm nedad langs den anden Side af Skorstenskanalen, og det giver naturligvis en svag og usikker Træk. Naar en og samme Skorsten skal gøre Tjeneste for flere Ildsteder, maa dens Vidde afpasses derefter, men dette kan, som vi saa, medføre Ulemper for de højt liggende Ildsteder. Derfor er det langt at foretrække, at hver Skorsten har flere jævnsides løbende Kanaler, en for hver Etage eller endog en for hvert Ildsted.

Selv om Skorstenen er ført op over Tagryggen af Huset, kan det dog være galt med Trækken. Er der høje Bygninger eller Trætoppe i Nærheden, kunne de stemme Vinden op, saa at der opstaar et forøget Lufttryk over Skorstenen, hvorved Luften i denne drives nedad; saadanne Genstande kunne ogsaa faa Vindstød til at bøje af i nedadgaaende Retning, saa at det ligefrem blæser ned gennem Skorstenen, hvad der giver sig til Kende ved, at der staar en Røgsky eller Ildtunge ud i Stuen fra Kakkelovnen. Paa saadanne Steder retter Trækken sig derfor i høj Grad efter Vindretningen. At der er mange af den Slags Vanskeligheder, ser man af de mange Kunster, man gør ved Skorstenspiberne, dels ved at forlænge dem med Rør og dels ved at anbringe Røghætter. De nedadgaaende Vindstød imødegaaer man ved at lægge et Laag over Munden af Skorstenen og danne Aabninger ud til Siden under Laaget. For at forøge den ovenfor nævnte sugende Virkning kan man fortsætte Skorstenspiben med et knæbøjet Rør, der kan dreje sig rundt om en Tap som en Vejrfloj; til Røret er der fæstet en stor Vinge, ved hvilken Vinden drejer det saaledes, at Munden altid er i Læsid.

Ler- og Jernovne. Ovnene dannes enten af Jern eller af Stene af brændt Ler. For Udseendets Skyld

beklædes Lerovnen med glaserede Plader, Kakkeler. Luftarterne fra Ildstedet ophede Indersiden af Ovnens Vægge, og deres Varme ledes derpaa gennem Væggene til Ydersiden, hvor den optages af Stueluften. Denne bliver lettere ved at opvarmes og stiger derfor til Vejrs, samtidig med at kold Luft strømmer til fra den øvrige Del af Værelset, hvis Luft derfor udfører et stadigt Kredsløb fra og til Ovnens. Det er dog kun den Del af Luften, der er i Højde med Ovnens varme Vægge, som tager virksom Del i Kredsløbet; af den Grund bliver der fodkoldt, hvor Ovnens staar højt fra Gulvet. Derfor lægger man Ildstedet saa lavt ved Gulvet, som det af Hensyn til Brandfare kan gaa an. Ofte indretter man det ogsaa saaledes, at Kakkellovnens Fod (Sokkelen) opvarmes ved Varmestraaler fra Ildstedet, hvorved man virksomt imødegaar Fodkulden.

Det gælder om, naar Ovnens skal være brændselssparende, at de hede Luftarter fra Ildstedet, Forbrændingsprodukterne, paa deres Vej til Skorstenen faa Lejlighed til at afgive al den Varme, der kan undværes af Hensyn til, at Skorstenen ogsaa skal holdes varm. I den Henseende er Jernet det bedste Emne; det er en god Varmeleder, og paa Grund af dets Styrke kunne Væggene gøres tynde; Varmen faar en kort og godt ledende Vej ud til Stueluften. Jernovnen kan derfor gøres meget mindre end Lerovnen, naar begge skulle opvarme lige Rum, thi i den sidste maa Forbrændingsprodukterne ledes ad en lang Vej gennem Kanaler i Ovnens Indre, for at de kunne faa Tid til at afgive deres Varme til de slet ledende og tykke Vægge, og hertil maa man skaffe Plads ved at gøre Ovnens stor. Jernovnens Yderside bliver meget varmere end Lerovnens; dette kan volde en ubehagelig Varmestraaling; Støvgran, som Luften fører med sig, kunne svides og derved give daarlig Luft; derimod er det en Misforstaaelse, naar somme tro, at den hede Jernovn kan

gøre Luften tør; naar Luften opvarmes til samme Varmegrad, vil den ogsaa have samme Fugtighedsgrad, enten den er bleven opvarmet ved en Lerovn eller en Jernovn; det er formodentlig Straalingen i Ovnens Nærhed og den svagt svedne Lugt, der giver Forestillingen om tør Luft.

Jernovnen bliver hurtig varm efter Opfyringen paa Grund af den store Ledningsevne og de tynde Vægge; men af samme Grund bliver den ogsaa hurtig kold, naar Ilden er gaaet ud. Det modsatte er Tilfældet med Lerovnen. Den indeholder, naar den først er bleven varm, et betydeligt Forraad af Varme i sine tykke Vægge, hvorved Stuen kan holdes varm i lang Tid. Hertil bidrager det ogsaa, at Sten har større Varmefylde end Jern; det vil sige, at et Pund Sten, der er varmt, kan give mere Varme fra sig end et Pund Jern, der er lige saa varmt som Stenen.

Bilæggerovnen. Den simpleste Maade, hvorpaa man kan bruge Skorstenen, bestaar i at danne et Ildsted forneden i den, saaledes som man stadig ser det i Smedierne. Skorstenen har et stort Gab i den ene Side (Fig. 298); den er saa vid, at der er Plads til at hænge en Gryde op inden i den over Ilden, og højere oppe kan der hænges Skinker og Pølser op til Røgning. Det er kun en ringe Del af Varmen fra et saadant aabent Ildsted, der kommer Stuen indenfor til gode; det meste gaar bort gennem Skorstenen.

Den aabne Kamin (Fig. 297), som endnu bruges meget i sydlige Lande og i England, er i Hovedsagen indrettet

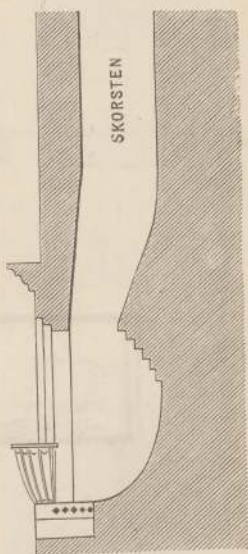


Fig. 297. Kamin.

saaledes, men er af meget mindre Omfang. Naar man vedbliver at bruge Kaminen trods dens Ødselhed med Brændslet og øvrige Ulemper som Røg og Kulstøv og trods den ringe Varme, den giver i de fjernere Dele af Stuen, ligger det vistnok i, at man ikke vil give Afkald paa det hyggelige Syn af det flammende Baal, paa Forestillingen om Arnen som Husfællernes Samlingspunkt.

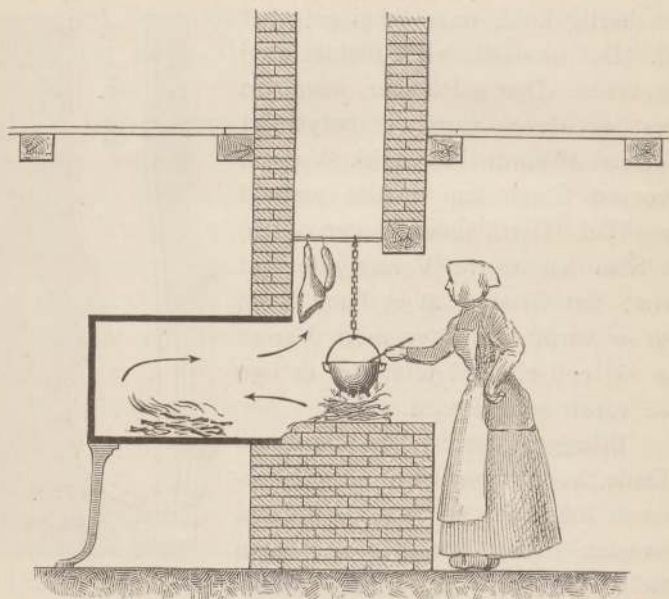


Fig. 298. Aaben Skorsten med Bilæggerovn.

Den første Form for Jernovnen var sikkert Bilæggerovnen. Den bestaar af en langstrakt Kasse af Stobejerns-plader, som er muret ind i Skorstensvæggen, saaledes at den aabne Ende udmunder i Arnen; fra den føres Brændslet ind i Ovnens. Naar nu Ovnens og Arnen findes hver i sit Rum, da vil man fra den sidste kunne opvarme Naborummet ved Ovnens hede Vægge (Fig. 298);

det er en Slags Centralopvarmning for to Rum i Huset. Noget tilsvarende indrettes ogsaa af og til ved almindelige Kakkelovne, idet man enten murer Ovnene ind i Skillevæggen mellem to Stuer, der saa varmes hver fra sin Side af Ovnene, eller man fører Kakkelovnsrøret gennem Muren fra det ene Rum ind i det andet og fra dette ud i Skorstenen; det andet Rum kan da varmes fra Røret.

Jernkakkelovne til Tørv og Brænde. Den gammeldags Kakkelovn, indrettet til Brænding af Tørv eller Træ, bestaar af et som en rund eller firkantet Kasse dannet Ildsted med en Lem paa den ene Side til Indføring af Brændsel. Foroven udmunder Ildstedet i Ovnens Overdel, hvor Forbrændingsprodukterne ad forskellige Omveje (se Fig. 299) naa til Kakkelovnsrøret, hvorfra de gaa ud i Skorstenen. Indfyringslemmen slutter ikke tæt; dels derved og dels ved, at der er anbragt et Hul for neden i Lemmen, faar Luften Adgang. Ildstedet maa være rummeligt, da Tørv og Brænde fylde meget i Forhold til den Varme, de give; og tillige skal der være Plads til, at Asken, som hober sig op i Løbet af Dagen, kan skydes til Side fra Lemmen for ikke at falde ud eller stoppe for Luften.

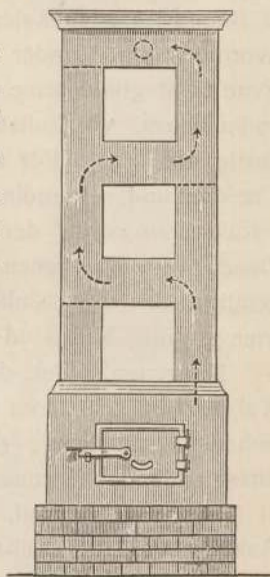


Fig. 299.
Ovn til Tørv og Brænde.

Ved en saadan Ovn kan man i Hovedsagen kun afpasse Varmen ved Mængden af det indførte Brændsel; den maa derfor hyppig tilses. En stor Mængde af den Luft, som trænger ind i Ildstedet, stryger hen over Ilden

uden at tjene ved Forbrændingen. Der gaar derfor meget mere Luft gennem Ovnens end den, der behøves til Forbrændingen. Dette har den gode Virkning at bidrage til Luftfornyelsen i Stuen, thi en lige saa stor Mængde Luft, som gaar ud gennem Skorstenen, maa ind ad andre Veje, gennem Sprækker om Døre og Vinduer, eller hvor den kan finde Vej. Men den overflødige Luft forringer Nyttevirkningen af Brændslet; den køler nemlig Forbrændingsprodukterne, hvormed den blander sig, og formindsker derved deres Evne til at give Varme fra sig. Er Ilden ude, men Ovnens endnu varm, vil Luftstrømmen, som gaar igennem den, hurtigt køle den. For at modvirke det og for at regulere Trækken under Brændingen, anbragte man tidligere et Spjeld i Kakkelovnsrøret, der lukkede mer eller mindre mellem Ovnens og Skorstenen. Dette er dog nu forbudt; er nemlig Ilden ikke slukket, naar Spjeldet lukkes, kan der trænge giftig Kulos ud i Stuen (S. 506).

Kulovnen. Det, der først brænder af Tørv, Træ og Kul, er den Gas, som alle disse Emner udvikle, naar de ophedes; saa længe det staar paa, har man de lange, oftest sodende Flammer staaende op fra Brændslet. Naar al Gas er dreven ud, er der det glødende Kulstof med Askebestanddelene tilbage, Brændslet er blevet til Gløder; slukkes Gløderne, inden de brænde bort, vil man efter Træet have Trækul og efter Kullene en Slags Koks. En Glød af Tørv eller Træ kan ligge længe og ulme i Asken ved den Luft, som langsomt siver ind; derimod slukkes en enkelt Kulglød snart, sikkert fordi den ikke er saa fint porøs som den førstnævnte. Kulilden gaar derfor lettere ud, hvorfor den maa findes i større og mere samlet Masse og maa have en bedre ledet Lufttilførsel end Tørve- og Brændeild. Derfor ere de ovenfor omtalte Kakkelovne ikke egnede til Brænding af Kul; man maa have et forholdsvis smalt og højt Ildsted, og Luft-

tilførslen maa ledes saaledes, at den kommer til Nytte, ogsaa naar Asken fylder Mellemrummene mellem Gløderne ud. Kommer der kun Luft ind forfra ved Lemmen, vil den stryge temmelig uvirksom hen over Bunken af Aske og Gløder. Man maa sørge for, at der gaar Luft op igennem Kulbunken; derfor danner man Kulovnens Bund af en Rist R i Fig. 300, og nedenunder den danner man et Askerum. Dette og Ildstedet have enten hver sin Lem eller en fælles Lem L_1 i Fig. 300, som lukker for dem begge paa en Gang. Oven over Ildstedet er der anbragt en Indfyringslem L_2 , gennem hvilken Brændslet kastes ned i Ildstedet. Indenfor Lemmen er der ind mod Ildstedet anbragt en lodret staaende Rist, som hindrer Brændslet i at falde ud og tilsteder, at der kommer Luft til ogsaa forfra. Alle Lemmene lukke tæt, saa at Luft føres til alene gennem Ventiler i Lemmene. Ventilen er en Skive, som bæres af en fra Lemmen udgaaende Skrue; ud for Skiven er der Lufthuller, som kunne dækkes mere eller mindre, ved at man drejer Skiven den ene eller den anden Vej rundt.

Ved de tæt sluttende Lemme og ved den knapt afmaalte Lufttilgang gennem Ventilerne er man bleven i Stand til at afpasse og styre Tilførslen af Luft efter Ildens Be-

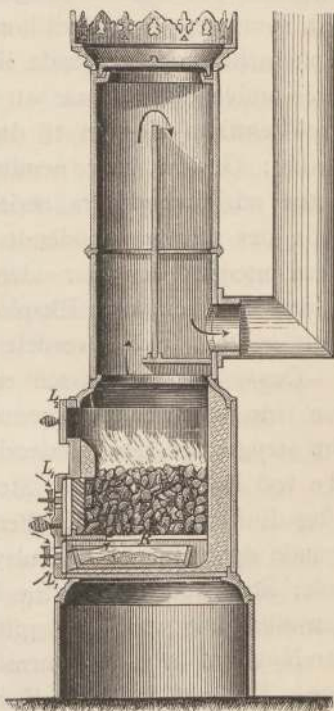


Fig. 300. Kulovn.

hov. Lukkes den øverste Ventil, vil al Luft stryge gennem Risten og op igennem Brændslet. Selv om der er en hel Del Aske til Stede, vil Risten dog frembyde saa mange Veje for Luften, at denne kan komme rigelig til, fordi hele Trækkraften fra Skorstenen er sammentrængt der, idet alle andre Tilgange ere tæt lukkede; og al den Luft, som trænger ind, vil komme til Nytte, da den tvinges igennem hele det glødende Kullag. I Reglen vil det dog være nødvendigt ogsaa at lede Luft til gennem den øvre Ventil af Hensyn til den Gas, som almindelige Kul udvikle; Gassen gaar nemlig straks til Vejrs; kommer Luften udelukkende fra neden, vil dens Ilt være opbrugt af de der værende glødende Kul; Gassen vil derfor ikke kunne brænde; den gaar uden Nytte bort, og, hvad værre er, den kan fremkalde Eksplosioner, hvis den faar Lov til uforbrændt at fylde Overdelen af Ovnen.

Ogsaa efter at Gassen er udbrændt af Kullene, bør man lede nogen Luft til gennem den øverste Ventil. Luft, som stryger igennem glødende Kul, kan nemlig give Kulilte ved Forbrændingen i Stedet for Kulsyre. Kulilte er en giftig Luftart. Naar Kulilten møder frisk Luft, kan den brænde og bliver da til Kulsyre. En saadan Forbrænding finder Sted ved Luften fra den øverste Ventil, hvorved man sikrer sig mod den giftige Luftart (Kulos) og tillige faar Nytte af hele den Varmemængde, som Kullene kunne give. De smukke blaa Kulilteflammer ser man hyppig over Koksild, naar man lukker Indfyriingslemmen op.

Den til Gassens Forbrænding nødvendige Luft kommer altsaa til gennem den øverste Ventil og den lodrette Rist. Kunsten ved Kakkelovnens Pasning bestaar i at fordele Lufttilførslen paa rette Maade mellem de to Ventiler efter Brændslets Mængde og Art, Ildens Styrke og den Varme, man ønsker at faa. Først og fremmest maa man sørge for, at

der overhovedet kan komme Luft til. Er der bleven dannet en stor Mængde Aske, kan Bundristen være bleven saa forstoppet, at den nederste Ventil bliver uvirksom. Ilden er doven, fordi den virksomste Lufttilførsel mangler. Man maa derfor ikke for sjældnen rense Risten for Aske. Dette sker i ældre Ovne noget besværligt, ved Ildrageren (Pokeren). I de senere Aar er der foregaaet et stort Fremskridt i saa Henseende, idet man har indrettet de saakaldte Rysteriste. Risten dannes cirkelrund og bevægelig, saaledes at den kan drejes eller vrikkes om sit Midtpunkt og i sit eget Plan (se Fig. 301). Fra Randen af Risten gaar en Tap frem mod Lemmen; et løst Haandtag kan, naar Lemmen aabnes, stikkes ind paa denne Tap, saa at man udefra kan vrikke Risten; herved rystes Kullene ovenover saa stærkt, at Asken snart falder gennem Risten ned i Askerummet.

Saaledes er i Hovedsagen Nutidens Kulovn med Regulering af Trækken indrettet. Med Rysterist kan man undvære Lem til Ildstedet, saa at Ovnen kun faar en Indfyringslem og en Askelem, idet der anbringes en eller flere Ventiler i Ildstedets Vægge. Bundristen er i saa Fald indrettet til at kunne trækkes helt ud, naar man vil tømme Ildstedet; det er nødvendigt af og til at gøre dette for at fjerne, hvad der af Sten og Slakker ikke kan slippe gennem Risten, og som derfor efterhaanden hober sig op.

Sædvanlig beklædes Ildstedet indvendig med Murværk af ildfast Ler, dels for at beskytte Jernet mod at ophedes for stærkt og af den Grund forbrænde, dels for at holde sammen paa Kullenes Varme og saaledes fremme deres Forbrænding. Kakkelovnens Overdel behøver ikke at være saa stor som ved en Ovn uden Regulering af Lufttrækket. Her findes nemlig ikke den ovenfor omtalte Afkøling ved uvirksom Luft af Forbrændingsprodukterne; de forlade Ildstedet med en meget høj Varmegrad og

kunne derfor paa en forholdsvis kort Vej naa at afgive deres Varme, inden de gaa ud i Skorstenen. I de sidste Aar har man her i Landet ogsaa indrettet Ovnne til Brænding af Tørv og Træ med Regulering af Trækken. Som omtalt for Kulovnens Vedkommende opnaas herved en bedre Udnyttelse af Brændselets Varmeevne og mindre Tidsspilde med Ovnens Pasning, idet man uden Fare for at faa det for hedt kan fylde Ildstedet med Brændsel og derefter nemt faa Varmegraden afpasset, omtrent som man vil have den.

Da der ved Regulering af Trækken gaar meget mindre Luft gennem Ovnne end uden Regulering, kan Skorstenen gøres snævrere; ogsaa derved spares der, da der gaar mindre Brændsel med til at holde den snævrere Skorsten varm. En saadan vil ogsaa give sikrere Træk end en videre.

Magasinovnen er en Kulovn med saa højt et Ildsted, at dette kan paa en Gang optage det for en hel Dag eller dog for adskillige Timer fornødne Brændsel. De bruges meget til Opvarmning af Kirker, Skolestuer og andre Rum, hvor man vil være fri for Pasningen af Ovnne, i den Tid Rummet bruges. Magasinovnen er indrettet som en Kulovn, kun som nævnt med et højt Ildsted; nu vil den sikkert altid forsynes med Rysterist og er vel oftest uden Lem til Ildstedet. Den i Fig. 301 viste Magasinovn, konstrueret af Kaptajn A. B. Reck, er opbygget paa Sökkelen S af Jernringe, som ere forede med ildfaste Sten, saa langt som Ildstedet strækker sig. A er Askerummet med Lemmen L_1 , hvori Ventilen a. R er Rysteristen. Over Askerummet føre to Ventiler b og c ind til Ildstedet. Oven over dette findes Indfyringslemmen L_2 . Ovnens Overdel er delt i to Rum ved en lodret Skillevæg, saa at Forbrændingsprodukterne gaa opad i det forreste Rum og derpaa tvinges nedad i det bageste.

Det nederste af Ovnens er omgivet af en Kappe af tynd Jernplade til Beskyttelse mod Straalevarme og Fremme af Stueluftens Kredsløb.

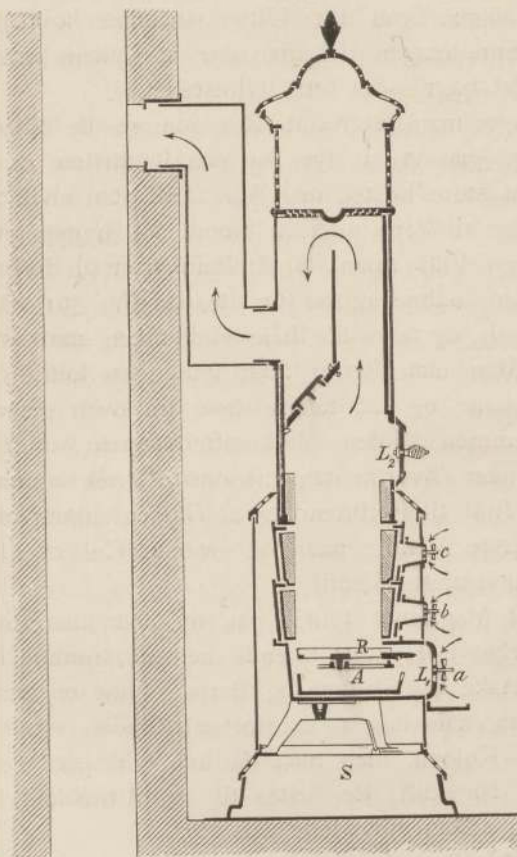


Fig. 301. Recks Magasinovn.

Den Luft, som kommer ind ved a, gaar op gennem Risten. Luften fra Ventilene b og c kommer ikke ad den lige Vej ind til Ilden; den spredes nemlig i det ringformige Rum, som ses inden for hver Ventil, og trænger

ind langs Overkanten af Ringen. Herved opnaas, at Luften bliver, som det kaldes, forvarmet, før den møder de brændende Kul; Forvarmningen bidrager til, at Luftens Ilt kommer bedre til Nytte, og at Kul og Gas brændes fuldstændigere, end naar Luften strømmer kold ind imod Ilden. Spredningen af Luften gør, at Kullene brænde lige saa livligt bagtil som fortil i Ildstedet.

Bruger man gasgivende Kul, som ere de billigste, kan det ikke gaa an at fyre op paa Bundristen og derefter fylde det store Ildsted med Kul, fordi den udviklede Gas vilde stige til Vejrs uden at brænde og hyppig give Eksplosioner. Vilde man, for at skaffe Luft til Forbrænding af Gassen, aabne ogsaa for de paa Fig. 301 viste øvre Ventiler b og c, vilde hele Kulbunken snart staa i et Baal. Man maa derfor først fylde den kolde Ovn helt med Kullene og saa tænde disse fra oven gennem Indfyryngslemmen. Ilden vil da efterhaanden vandre nedad mod Bunden, hvorfra den virksomste Træk kommer. For at give Luft til Forbrænding af Gassen aabner man først den øverste Ventil; naar de øverste Kul ere brændte, aabnes den næste Ventil.

Skal Magasinet fyldes paa ny, maa man først lade den forrige Forsyning brænde helt ud, rømme Ildstedet ud for Aske og Slakker og derpaa fylde og tænde som før. Man kan dog ogsaa fortsætte Ilden som i en almindelig Kulovn, men maa da kun fylde saa meget Kul paa, at den Luft, der ledes til, er tilstrækkelig til Forbrænding af den udviklede Gas.

Gasfrit Brændsel. Det, der først brænder ved Fyring med Kul i en Kulovn, er som før nævnt den ved Varmen af Kullene uddrevne Gas; først naar den er borte, brænder Gløderne. Hvad der i Ovnen foregaar paa et og samme Sted, deler man i to adskilte Processer ved Gastilvirkningen. I Gasværkerne gløder man Kullene, uden at Luften faar

Adgang, og opsamler den uddrevne Gas i Gasbeholderen. De tilbageblivende Gløder blive efter Afkøling til Koks, der tages ud og sælges som Brændsel. Herefter brændes de to adskilte Bestanddele hver for sig: Gassen i Gasblussene til Belysning, Koksene i Ovnene til Opvarmning. Koks er følgelig et gasfrit Brændsel; det samme gælder mere eller mindre om enkelte Slags Stenkul, særlig Antracit. Gasfrit Brændsel brænder næsten uden Flamme. Det er sædvanlig vanskeligere at faa Ild i end gasholdigt Brændsel, fordi det mangler den Gas, som det sidste allerede udvikler ved Optændingsbrændets Varme, og som let fænger og breder Ilden ved at danne Flamme. Til Gengæld er det gasfri Brændsel lettere og behageligere at have med at gøre end det gasholdige, naar det først er tændt; det afsætter ingen Sod, fordi der ingen Flamme er, og man kan uden Betænkelighed fylde saa meget paa, som man vil, naar man kun kan beherske Lufttilgangen.

Stedsebrændende Ovne. I en Kakkelovn med Reguler-ventiler for Trækken og Rysterist er det en let Sag at holde Ilden stadig ved lige, naar man bruger gasfrit Brændsel, og naar Ildstedet er saa højt, at det kan optage tilstrækkeligt Brændsel til, at Ilden med svag Træk kan holde sig Natten over. Man har kun at ryste Asken bort forneden og fylde Brændsel paa fraoven. Om Aftenen lukker man Ventilerne saa tæt, som Erfaringen viser, det kan gaa, naar Ilden ikke skal gaa ud om Natten, og om Morgenens drejer man dem mere eller mindre fra efter den Varme, man ønsker. Varmen faar man meget hurtigere og sikrere, end naar man skal begynde med at fyre op i en kold Kakkelovn. Da Brændslet ikke soder, behøver man kun med lange Mellemrum at afbryde Fyringen for at rense Ovnen.

For at opnaa de samme Fordele ved de billigere gasholdige Kul har man indrettet Magasinovne, hvor Luften

føres til paa en saadan Maade, at Flammen ikke soder, og at man undgaar Eksplosion, skønt Magasinet fyldes, inden den foregaaende Fyldning er brændt ud. Dette opnaas ved, at man tvinger Forbrændingsprodukterne til at gaa ud fra Ildstedet forneden, idet Luften føres til fra oven. Flammerne vil da rettes nedad mod Gløderne i Stedet for opad mod de uforbrændte Kul; disse udvikle derfor kun Gas, efterhaanden som de komme i Berøring med Gløderne. Man hindrer Flammen i at sode ved tilige at føre en passende Mængde Luft til nedenunder Ildstedet; denne Luft møder de samme Steds fra Ildstedet udgaaende Flammer og afgive tilstrækkelig Ilt til at brænde Sodpartiklerne; Ovnen bliver derved, som man kalder det, røgfortærende.

Kulos. Forgiftningstilfælde ved Kulos, som man jævnlig hører Tale om, skyldes Indaanding af den S. 500 omtalte Luftart Kulilte. Luftarten opstaar, naar Kul brænder, uden at det faar saa megen Luft tilført, som det behøver for at brænde fuldstændig. 1 Pund Kul maa mindst have 150 Kubikfod Luft for at brænde fuldstændig, d. v. s. for i Forening med Luftens Ilt at blive til Kulsyre. (Et Værelse, der er 7 Alen i Kvadrat og 5 Alen højt, indeholder omtrent 2000 Kubikfod Luft.) Kulsyren er uskadelig for Aandedrættet; det er den samme Luftart, man ser boble op fra Øl, Sodavand og Champagne. Men Kullet kan ogsaa brænde ved den halve Mængde Luft og bliver da til Kulilte. Denne giftige Luftart kan derfor opstaa i Kakkelovnen, naar der er glødende Kul til Stede, og naar der gaar en svag Luftstrøm op gennem disse. Har man fyret stærkt i Kakkelovnen, kan det hænde, at det er bleven for varmt, eller at man vil gemme paa Varmen, f. Eks. for at have det lunt om Natten; man vil da mindske paa Trækken, og herved kommer der Mulighed for Dannelsen af Kulilte. Trækken

kan mindskes enten ved at spærre for Luftens Tilgang fra Stuen eller for dens Afgang til Skorstenen; det sidste skete i de gammeldags Ovne ved Spjeldet paa Kakkelovnsrøret. Fra Smedens Haand lukker dette ikke tættere, end at der altid er Træk nok tilbage til at føre Kulilten ud i Skorstenen, naar Røret er rent; men er der rigelig Sod deri, kan man let spærre helt af til Skorstenen. I et saadant Tilfælde vil Ilden snart gaa helt ud af Mangel paa Luft, hvis Kakkelovnen er tæt over Ildstedet; men er der større eller mindre Sprækker i Sammenføjningerne, vil der gaa en svag Træk op igennem Kakkelovnen og ud i Stuen, saa at Ilden kan holdes i Live, og den langsomme Forbrænding vil mangel Gang give giftig Kulos fra sig.

I Ovne med Regulering af Trækken slutte Lemmene saa tæt, at man ved at skrue Ventilerne indad kan spærre tilstrækkelig af for Luften til at sikre sig en langsom Forbrænding; dannes der i saa Fald Kulilte, har den fuldkommen fri Adgang til Skorstenen og vil saaledes være uskadelig, i det mindste naar Skorstenen trækker, som den skal; men, som vi før have set, Kulovnen er tilmed indrettet saaledes, at man ved fornuftig Brug af Ventilerne kan hindre, at Ilden giver Kulilte; hvad der maatte fremkomme af denne Luftart i det nederste Kullag, brænder til Kulsyre ved Luften fra de øvre Ventiler.

Ovne med Kappe. Man kan i høj Grad formindske Ulempen ved Varmestraalerne fra Kakkelovnen ved at omgive den med en Kappe af tynd Jærnplade. Denne opfanger Straalerne fra den ophedede Ovn og afgiver det meste af deres Varme til Stueluften. Kappen har nemlig Aabninger ud til Stuen baade foroven og forneden. Den stærkt opvarmede Luft inden for Kappen vil strømme opad og ud gennem den øverste Aabning med stor Fart, mens kold Luft strømmer til gennem den nederste Aabning. Herved holdes Kappen nogenlunde afkølet, hvorfor

den kun udstråler en ringe Mængde Varme. En saadan Ovn kaldes en Cirkulationsovn, fordi Kappen fremmer Stueluftens Kredsløb til og fra Ovn.

En med Kappe forsynet Ovn kan indrettes som Ventilationsovn; i saa Fald udmunder en Luftkanal, som gennem Murene fører ud i det fri, forneden i Kappen, saaledes som Fig. 302 viser det. Det bliver altsaa Luft udefra, som strømmer op for at opvarmes inden for Kappen

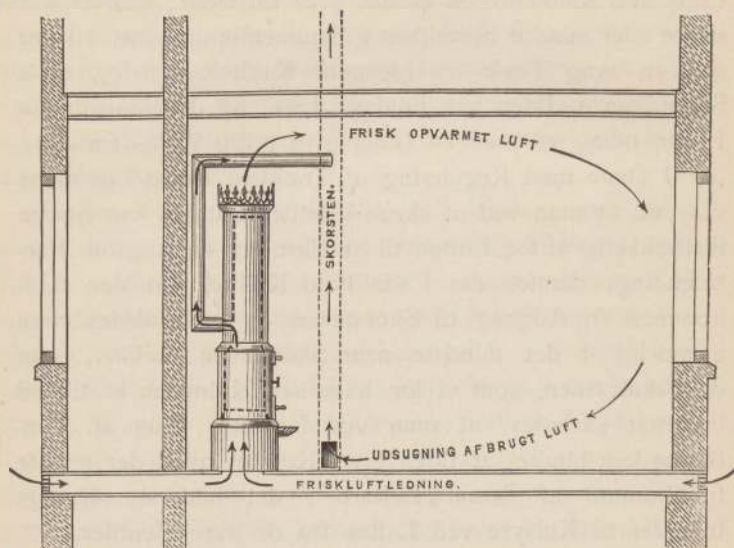


Fig. 302. Ovn med Kappe brugt til Ventilation.

og derfra udbrede sig i Stuen. I Almindelighed er der en Lem forneden i Kappen ud til Stuen; den er lukket, naar Ovn

skal ventilere. Lemmen er indrettet saaledes, at man ved at aabne den tager et Spjeld med, som lukker for Ventilationskanalen. Man kan altsaa stille Ovn

enten til Cirkulation eller Ventilation.

Naar man anbringer en Ventilationsovn, maa man sørge for, at der kan komme rigelig Luft ind, da det er

den varme Luft, der stiger op fra Ovn, som varmer Værelset. Det er i den Henseende ikke nok at tænke paa Indtrædelsen; man maa lige saa vel sørge for Udtædelsen af Luften, da der i hver Tid maa gaa lige saa megen Luft ud, som der gaar ind. Man anbringer derfor tæt ved Gulvet og helst i Nærheden af Kakkelovnen en Udgangsventil for Stueluften, som fortsættes med et Rør, der gaar op gennem Huset og udmunder over Taget. Er der Træk nok i Skorstenen, kan man, som vist i Fig. 302, bruge den til Afledning af den brugte og kolde Luft. Der vil da komme en Luftbevægelse i Værelset som den, der er antydnet ved Pile i Figuren. En Ventilationsovn virker bedst, naar Vinden staar paa den Side af Huset, hvor Friskluftkanalen har sin Aabning. Ligger denne i Læ, vil Vinden suge imod den Kraft, der trækker Luften ind. Hvis tilmed Røret fra Udgangsventilen er anbragt saaledes, at Vinden kan presses derned, samtidig med at den suger i Friskluftskanalen, kan hele Luftbevægelsen gaa den gale Vej, saa at der staar kold Luft ind og Kakkelovnens Varme blæser ud i det fri uden at komme Stuen til gode. Især i saadant Tilfælde er det godt at kunne indstille Ovn til Cirkulation. Vil man gøre Ventilationsovnens Virksomhed uafhængig af Vinden, maa man, som det er vist paa Figuren, føre Friskluftskanalen helt igennem Huset.

Ved en Ovn med Kappe kan man let fordele Ovnens Varme paa to Værelser, der have en Skillevæg fælles. Kakkelovnen stilles i det ene Værelse. Fra Kappen, som lukkes baade foroven og forneden, føres to Rør, et fra den øverste og et fra den nederste Del, ind gennem Skillevæggen til det andet Værelse; dettes Luft vil da cirkulere gennem de to Rør og Rummet inden for Kappen og derved varmes, mens det første Værelse kan varmes

tilstrækkeligt, hvis Maalene ere rigtig valgte, ved den Varme, som gaar ud gennem Kappen.

Kakkelovnsskærmen bruges for at beskytte Mennesker og Møbler mod Varmestraalerne fra Kakkelovnen. Er Skærmen af Tøj, Træ, Pap eller lignende, vil den standse Straalerne ved at sluge dem. Herved bliver Skærmen let saa varm, at den hurtig ødelægges, og saa udtørret, at den bliver brandfarlig, idet en ringe Flamme fra en bortkastet Tændstik eller en Glød fra Kakkelovnen kan faa den til at fænge. En Skærm af lakeret Blik, som hyppig bruges, er vel ikke brandfarlig, men da den i Modsætning til de før nævnte Emner leder Varmen godt, vil den have omtrent samme Varmegrad paa Ydersiden som paa Indersiden, og den bliver derfor let saa varm, at man brænder sig paa den. Derimod vil en Blikskærm, der er metalblank ind mod Kakkelovnen, være næsten kold at føle paa, selv om den den staar tæt op ad Ovn. Denne Mærkelighed skyldes det blanke Metals Evne til at kaste Varmestraalerne, som træffe det, fra sig, i Stedet for som andre Ting at sluge dem. Blankt skal det være; har Blikket mistet sin Glans, er Virkningen svækket; det tynde Lag af Metalilte, Støv o. s. v., der dækker Overfladen, er nok til, at Straalerne sluges i Stedet for at kastes tilbage. Omvendt er selv et meget tyndt Lag af blankt Metal tilstrækkeligt til at beskytte mod Straalernes Varme; hvis man beklæder en Skærm af Pap med Staniol, d. v. s. Tin, der er valset ud til yderst tynde Blade, da kan Skærmen uden Skade staa tæt op ad en hed Ovn. Tinnets angribes kun lidt af Luften, hvorfor det kan holde sig virksomt, lige til det slides af.

REGISTER.

- Aarehinden 153.
Akkumulatorer 42. 87.
Amalgam 18.
Ampère 54. 87.
Aneroidbarometer 364. 370.
Ankergangsurs 202.
Arkivkilogram 256.
Arkivmeter 256.
Aræometer 251.
Astatki 427.
- Badetermometer 386.
Batteri, galvanisk 35.
Barometer 350.
Bartholin, Rasmus 46.
Bells Telefon 103.
Belleville Kedel 418.
Bestikhus 313.
Bilæggerovn 496.
Bismar 275.
Bjergkompas 10.
Bjergobservatorier 185.
Blinkfy 145.
Bobcock & Wilcox Kedel 418.
Bornholm 11.
Bourdon's Rør 392. 424.
Brandsprøiten 327.
Brevvægt 261.
Bremse 447.
Briller 154.
Brovægt 278.
- Brønde 469.
Brændeolie 427.
Brændglas 151.
Brændpunkt 145.
Buelampe 132.
Buelys 133.
Bunsenbrænder 127.
Bunsen, R. W. 127.
Bunsens Elementer 38.
- Cardansk Ophængning 7.
Centrifugalpumpe 330.
Centrifuge 342.
Centrifugalregulator 434.
Cornisk Kedel 415.
Crookes Rør 94.
Cyclon 378.
Cylinderur 203.
- Dampfortætning 438.
Dampkedel 411.
Dampmaskine 431.
Damptrøje 440.
Damptrubine 450.
Dansk Maal 248.
Datumsgrænse 226.
Deklination, Magnetens, 8.
Deklination, astronomisk 175.
Decimalvægt 277.
Delemaskine 242.
Dioptr 166.
Diskvægt 280.

- Dreiestrøm 91.
 Dürrs Kedel 418.
 Duvning 291.
 Dynamomaskine 77. 83.
 Dynamometer 283.

 Echappement 197.
 Edison 86. 130.
 Ekspansion 425.
 Ekspres-Vandrørskedel 418.
 Elektrisermaskine 16.
 Elektrisk Strøm 39.
 Elektromagnet 46. 50.
 Elektromagnetisme 48.
 Elektromotor 88.
 Elektromotorisk Kraft 85.
 Elektroskop 32.
 Elementer, galvaniske 32.
 » , konstante 36.

 Faraday 51. 78.
 Farver 158.
 Fata Morgana 148.
 Fikstjerner 157.
 Filtrering 477.
 Fjedervægt 260.
 Flamme 122. 487.
 Flammedeler 124.
 Flergangsmaskiner 440.
 Forbrænding 487.
 Formindselsesspeil 144.
 Forstørrelsesglas 155.
 Forstørrelsesspeil 144.
 Franklin 28.
 Frysepunkt 382.
 Fyr 145.
 Fugtighedsmaaling 400.
 Fødepumpe 420.
 Føhnvind 409.

 Galilei 193.
 Galloways Rør 414.
 Galvaniske Elementer 33.
 Galvanometer 49.
 Galvanoplastik 41.

 Gasbeholder 129.
 Gasbelysning 225.
 Gasglødebrænder 128.
 Gasovn 125.
 Geisslers Rør 94. 95.
 Generalstabens Kort 241.
 Glider 443.
 Glødelampe 130.
 Gnist, elektrisk 19.
 Grammes Maskine 84.
 Gregoriansk Kalender 228.
 Grundvandet 456. 466.
 Guttapercha 68.

 Haarrørvirkning 361.
 Handelsflaade, Danmarks 320.
 Hauch 47.
 Hemningen 195.
 Hestekraft 311. 448.
 Hestekomagnet 2.
 Hildringer 148.
 Hjulske 303.
 Hollandsk Vejr mølle 337.
 Hornhinden 153.
 Hughes Mikrofon 105.
 Hunnings Mikrofon 108.
 Huygens 218.
 Hven 164.
 Hævert 328.
 Højdemaaing 238. 368.
 Højtryksmaskine 441.

 Indiceret Hestekraft 311.
 Indikator 448.
 Indikatorvægt 279.
 Induktion 80.
 Induktionsstrømme 81.
 Injektor 420.
 Isobarer 373.

 Jernmalm 10.
 Juliansk Kalender 228.
 Justerkammer 272.

- Kakkellovn 487.
 Kakkellovnsskærm 510.
 Kalenderen 227.
 Kalklys 135.
 Kamin 495.
 Katetometer 359.
 Kedelbeslagene 419.
 Kedelsten 421.
 Kelvin, Lord 6. 75.
 Kokes 505.
 Konduktor 19.
 Kost, elektrisk 21.
 Kikkert 155.
 Klima 406.
 Knaldluftlampe 136.
 Knob 311.
 Kobberforhudning 296.
 Kogepunkt 383.
 Komet søger 168.
 Komparator 246.
 Kompas 1. 4.
 Konstante Elementer 36.
 Kortlægning 241.
 Kratzenstein 47.
 Krigsskibe 315.
 Krigsflaade, Danmarks 320.
 Kromsyrelement 37.
 Kronograf 172.
 Kronometer 205.
 Krumpasser 232.
 Krydser 316.
 Krydshovedet 431.
 Kuglelyn 30.
 Kulilte 506.
 Kulos 492.
 Kulovn 498. 500. 506.
 Kvægsølvbarometer 354.
 Kvægsølvtermometer 380.
 Kvægsølvs Kogepunkt 388.
 » Frysepunkt 391.
 Kæmpekikkerter 183.
 Lancashire Kedler 415.
 Landkedel 413.
 Landmaaling 235.
 Lavals Centrifuge 451.
 » Damp-Turbine 451.
 Lavtryksmaskine 437.
 Leidnerflaske 27.
 Leclanchés Element 38.
 Libelle 239.
 Lick Observatoriet 183. 186.
 Linsen i Øjet 154.
 Linser 150.
 Lokomotivkedlen 416.
 Lommeur 199.
 Longomontanus 165.
 Luftspejling 147.
 Lufttryk 352.
 Lupe 155.
 Lyn 28.
 Lynafleder 29.
 Lys 121.
 Lysbrydning 149.
 Lægetermometer 398.
 Længdemaal 231.
 Maal og Vægt 230.
 Maanen 157. 179.
 Magasinovn 503.
 Magneten 2.
 Magnetnaal 2.
 Magnetisering 3.
 Magniumlys 134.
 Maksimumstermometer 394.
 Maskinkraft 310. 448.
 Meridiankredsen 166. 170.
 Metacenter 290.
 Metermaal 248. 252.
 Meudon Observatoriet 182.
 Middelsoltid 222.
 Middelvej 403.
 Mikrofon 105.
 Mikrometerskrue 246.
 Mikroskop 155.
 Minimumstermometer 394. 397.
 Misvisning 8.
 Morses Telegraf 61.

- Møllen 332.
 Mørkekammer 152.
 Nationaltid 223.
 Negretti og Zambras Vendetermo-
 meter 399.
 Nethinden 153.
 Newton 78. 158.
 Niclausses Kedel 418.
 Nivellering 238.
 Nordlys 13.
 Normaluret 212.
 Objektiv 156.
 Observatorium, magnetisk 12.
 Observatorium, astronomisk 167.
 Okular 156.
 Opdrift 288.
 Orion-Taagen 179.
 Overfaldshjul 333.
 Parallaxse 236.
 Passageinstrument 172.
 Passer 232.
 Pendulet 193.
 Pendulur 195.
 Perpetuum mobile 266.
 Perseus, Stjernebillede 177.
 Pivot 3.
 Pleilstang 431.
 Prisme 150.
 Prøvehane 420.
 Psykrometer 401.
 Pumper 321. 479.
 Pupillen 154.
 Reflektor 146.
 Refraktor 173.
 Registerton 295.
 Regnbuen 160.
 Regnbuehinden 154.
 Regnmængden 454.
 Remontoirur 192.
 Ringbjerge 180.
 Ringeværk, elektrisk 54.
 Robervals Vægt 280.
 Roning 300.
 Rosen, Kompas- 6.
 Ruhmkorffs Maskine 92. 94.
 Rulning, et Skibs 291.
 Rumford 78.
 Rundetaarn 165. 167.
 Rysterist 501.
 Rømer, Ole 47. 166. 218.
 Røntgens Straaler 97.
 Samlelinse 151.
 Sandur 218.
 Sejlskibe 301.
 Selvskrivende Barometer 370.
 » Termometer 393.
 Semidler 149.
 Senehinden 153.
 Siemens & Halske 87.
 Sikkerhedskedler 417.
 Sikkerhedsventil 425.
 Skibet 287.
 Skibsmagnetisme 11.
 Skorsten 490.
 Skruen 246.
 Skrueskibe 305.
 Skrupel 233.
 Skydelære 235.
 Slagværk 209.
 Sneglen 207.
 Soltid 220.
 Solure 217.
 Spejle 139.
 Spindeluret 205.
 Sporvogn, elektrisk 89.
 Staniol 510.
 Stangpasser 234.
 Station, elektrisk 86.
 Statstelegrafen 65.
 Stedtid 223.
 Stjerneborg 164.
 Stormcentrum 375.
 Straaler, elektriske 95.

- Stubmøllen 337.
 Styrestregen 5.
 Sugepumpen 324. 354.
 Synsnerven 153.

 Taffeluret 209.
 Teaterkikkert 158.
 Telefon 101.
 Telefonkabler 117.
 Telefonledninger 115.
 Telefontaarnet 119.
 Telegrafen 57.
 Telegrafkabler 68.
 Telegraflynsfleder 65.
 Telegrafselskab, Store Nordiske 75.
 Telegraftraaden 63.
 Termometret 379.
 Thornycrofts Kedel 418.
 Tietgen C. F. 75.
 Tiden 220.
 Tidsregning 226.
 Tidssignal 213.
 Timeglas 218.
 Ton, Tons 249. 294.
 Torden 28.
 Torpedo 316.
 Torricelli 354.
 Triangulation 236.
 Trykmaaler 423.
 Trykpumpe 325.
 Trædeværk 266.
 Tycho Brahe 164.
 Tyngdepunkt 283.
 Tøpunkt 383.

 Udlader 22.
 Udfyldningsfarver 159.
 Udvidelse ved Varmen 231. 381.
 Uranienborg 164.
 Uret 188.
 Ur, elektrisk 216.

 Vandforbruget 453.
 Vandhane 481.

 Vandrørskedel 416.
 Vandstandsglas 419.
 Vandtaarn 485.
 Vandværker 471.
 Vandur 218.
 Vandværket 453.
 Varmefylde 495.
 Varmestraaler 510.
 Vaterpas 239.
 Vejrglas 371.
 Vejrkort 373.
 Vejrmøllen 336.
 Vekselstrømsklokker 111.
 Vekselstrømsmaskiner 90.
 Vendetermometer 399.
 Ventilationsovn 508.
 Vinaandstermometer 391.
 Viservægt 259.
 Viserværket 189.
 Volt 45. 85.
 Voltas Bægerapparat 33.
 Vægt 230.
 Vægtfylde 249. 251.
 Vægtlodder 271.
 Vægtskaal 259. 268.
 Vægstang 264.
 Wheatstones Telegraf 58. 69.

 Yachttons 295.
 Yerkesobservatoriet 183.

 Zenit 170.
 Zircon 136.
 Zoneinstrument 173.

 Ækvatorealet 173.
 Ætnaobservatoriet 186.

 Øjet 153.
 Ørsted H. C. 47. 51.

Ved et Uheld under Trykningen er Fig. 129,
Pag. 180, vendt forkert. Ved at se Billedet fra
Sidens venstre Margin faar man det i sin rette
Stilling.

West of this ridge the topography is flat and the soil is very fertile. The vegetation is very dense and the climate is very warm. The population is very large and the city is very beautiful. The water is very pure and the air is very fresh. The food is very good and the people are very friendly. The culture is very rich and the history is very interesting. The economy is very strong and the future is very bright.

