DTU Bibliotek

Denne fil er downloadet fra

Danmarks Tekniske Kulturarv

www.tekniskkulturarv.dk

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

Rettigheder

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

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

Store Opfindelser

efter

L. Figuier

ved

O. A. Cornelinssen.

G. F. LASCHKY BERLIN

9k-36

Store Opfindelser.

Tildels efter

L. Figuier's „Les grandes inventions modernes"

ved

O. A. Cornelinssen,
Kand. mineral. og Overstiger ved Kongsberg Sølvverk.

INDUSTRI-
FORENINGEN.

Med 215 i Texten indtrykte Tegninger.

Kristiania.
Forlagt af Alb. Cammermeyer.
1881.

Forord.

Hensigten med nærværende Bog har været i store Træk at give en kort og letfattelig Redegjørelse for de for Mennesket vigtigste og følgerigeste Opfindelser, især paa teknisk Omraade. Hvor Stoffet er saa uhyre rigt som her, bliver det en vanskelig Sag altid at gjøre de rette Greb ud af Mangfoldigheden, forat Behandlingen af de valgte Emner uden at blive tør og trættende, dog skal give et nogenlunde klart og fyldigt Blik paa Opfindelsen selv, den historiske Udvikling og dens Nytte; og Forfatteren haaber, at man i denne Vanskelighed vil finde en Undskyldning for ham, om han ikke overalt har været ganske heldig i sit Valg.

Naar der, hvad Bogens Øiemed krævede, ikke skal forudsættes større Forkundskaber, bliver en Fremstilling af Emnet i mange Tilfælde umulig, uden at der forudskikkes nogle Betragtninger over de, især fysiske og kemiske Love hvorpaa Opfindelsen grunder sig; i saa Tilfælde er Fremstillingen deraf forsøgt gjort saa kort og letfattelig, som mulig. I og for sig hører jo iøvrigt disse Love selv med til de vigtigste Resultater af Tidens Forskning og fortjener altsaa ogsaa af denne Grund en Plads her.

Verket er fremkommet ved en Opfordring fra Forlæggeren om at besørge en Oversættelse og Bearbeidelse af Louis Figuier's »Les grandes inventions modernes.« Det viste sig under Arbeidet hermed snart, at denne Bog altfor meget var anlagt paa et fransk Publikum, ligesom det ogsaa forekom Forfatteren, at adskillige Afsnit enten var for vidtløftigt eller for let behandlede, og en betydelig videre gaaende Bearbeidelse, end først paatænkt, blev derfor nødvendig. Endvidere manglede der aldeles Beskrivelse af flere vigtige Opfindelser, som det syntes nødvendigt at medtage; saaledes er her tilkommet af nye Afsnit: Lithografi, Spektroskop og Spektralanalyse, Manometer, Pumper og hydraulisk Presse, Telefoner, Mikrofoner, Tasimeter og Fonograf, Broer, Sprængstoffe, Skydevaaben, Torpedoer og Symaskiner, ligesom mange af de andre Afsnit er betydelig udvidede; medens paa den anden Side Drænering og artesiske Brønde er udeladt.

Fremstillingen er foruden efter Figuier dels udarbeidet efter R. Routledge's »Discoveries and inventions«, dels efter tekniske og andre Tidsskrifter, „Das Buch der Erfindungen" m. fl., ligesom for enkelte Afsnit er modtaget værdifuld Bistand af Fagmænd, hvem Forfatteren herved bringer sin bedste Tak.

Forfatteren.

Indhold.

Pag.

I. **Papirfabrikationen** . . . . . 1.
Papyrus og Pergament. — Kludepapir. Kludenes Beredning og Opløsning. — Papirfabrikation ved Haandkraft, Maskintilvirkningen. — Papier maché. — Surrogater for Klude, Halmmasse, Træmasse.

II. **Bogtrykkerkunsten** . . . . . 13.
Tavletryk. — Johan Gutenberg; Bogtrykkerkunstens Opfindelse og videre Udvikling. — Stereotypi. — Bogtrykningen; Typerne, Sætningen, Trykningen, Haandpresse, Maskinpresser. — Skrivekuglen.

III. **Kobber- og Staalstik, Træsnit og Lithografi** . . . . . 30.
Kobberstikkunsten; Gravering, Ætsning, Kobberstikpresse. — Staalstik. — Træsnit eller Xylografi. — Litografi; Aloys Senefelder; Lithografiens Opfindelse og Udvikling, Farvetryk.

IV. **Lervarerne** . . . . . 39.
Lerets Forekomst og Egenskaber. — Teglsten. — Pottemagervarer. — Fajance, arabisk F., Majolika, Bernard Palissy og Palissyvarer. — Stentøi eller hvid Fajance. — Kridtpiber. — Ildfast Sten og Digler. — Porcelæn; Bøttiger og hans Arbeider; Sèvresporcelæn. Porcelænsmassen, Formningen, Brændingen, Glassuren. — Lervarernes Dekoration.

V. **Glasset** . . . . . 61.
Indledning. Glasmassens Bestanddele og Smeltning. — Fabrikationsmaaden; Glasblæsning, Flasker, Vinduesglas frembragt ved Blæsning; Vinduesglas frembragt ved Støbning (Speilglas). — Glasvarernes Udsmykning, Slibningen, Glasmaleriet.

VI. **Ure** . . . . . 72.
De ældste Tidsmaalere, Solskive, Klepsydre, Timeglas. — Pendelets Anvendelse i Ure, Pendelure. Ure med Uro. Forskjellige Gangarter. Fjære som Drivkraft, Lommeure. — De øvrige Indretninger ved Urene, Tandhjulsomsætningen, Slagverk, Reguleringen. Kompensationspendler, Kronometre. — Uret i Strasburgs Kathedral.

VII. **Lysets Reflexion og Brydning. Øiet** . . . . . 85.
Reflexion ved plane Speile, krumme Speile. Fremstilling af Aandescener. — Brydning, Prismer, Lindser, Totalreflexion; Luftspeiling. — Øiet, Briller.

VIII. **Mikroskop, Teleskop og Kikkert** . . . . . 96.
Mikroskopet; Luppen eller det enkelte M., det sammensatte M, akromatiske Lindser, Solarmikroskopet, Laterna-magica. — Teleskopet; Gregorys, Newtons, Herschels Teleskoper. — Kikkerten; Galilæis og Kepplers astronomiske Kikkerter, den almindelige Kikkert.

IX. **Daguerreotypi og Fotografi** . . . . . 108.
Camera obscura. — Niepce, Daguerre og Daguerrotypien. — Fotografi, negative og positive Billeder.

Pag.

X. **Stereoskopet** . . . . . 113.
En Gjenstand betragtet fra forskjellige Synspunkter, Stereoskop-Billeder; Speilstereoskop, Lindsestereoskop.

XI. **Spektroskopet og Spektralanalysen** . . . . . 118.
Farvespredning. — Spektroskopet. — Spektralanalysen; fraunhoferske Linier, forskjellige Spektrer, Spektralanalysens Slutninger.

XII. **Thermometer, Barometer og Manometer** . . . . . 127.
1. Thermometret. Legemernes Udvidelse, Smeltning og Kogning. Alkoholthermometre, Kviksølvthermometre, forskjellige Inddelinger, Luftthermometre; Maximums- og Minimums-Thermometre. 2. Barometret. Torricellis Forsøg, Luftens Tryk; Kviksølvbarometre, Højdemaalinger; Aneroïdbarometre. — 3. Manometer. Mariottes Lov. Kviksølvmanometer, Metalmanometer.

XIII. **Pumper og hydraulisk Presse** . . . . . 139.
Sugepumper, Luftpumpen, Otto von Guericke, de magdeburgske Halvkugler. — Trykpumper; Brandsprøiter, Kompressionspumper. — Centrifugalpumpen; pneumatisk Jernbane, Brev- og Pakkepost. — Den hydrauliske Presse.

XIV. **Dampenes Egenskaber og Dampmaskinens Princip** . . . 151.
Dampenes Egenskaber; Kogning, Kondensation, Maximum af Spændkraft. — Dampmaskinens Princip; Dampens Arbeide under høit Tryk, under lavt Tryk. Dampmaskinernes Inddeling.

XV. **Faste Dampmaskiner** . . . . . 157.
Historisk Indledning; Denis Papin, Sikkerhedsventilen; Newcomens Dampmaskine. — James Watt; dobbeltvirkende Cylinder, Watts Paralellogram, Svinghjulet, Centrifugalregulatoren. — Beskrivelse af de faste Dampmaskiner; Cylinderen, Sliden, Stemplet; Høitryksmaskiner, Lavtryksmaskinen, kombineret Høi- og Lavtryksmaskine. Kjedler. — Dampmaskinernes Arbeide. Varmluftsmaskiner (Gas- og Kalorikmaskiner).

XVI. **Skibsmaskiner og Dampskibe** . . . . . 175.
De første Forsøg paa at drive Baade ved Dampkraft. — Robert Fulton, det første praktiske Dampskib. Dampskibenes videre Udvikling, „Great Eastern", Tvillingsskibet Castalia. — Skibsmaskinerne; Hjuldampskibe. Dampkjedlerne.

XVII. **Lokomotiv og Jernbaner** . . . . . 185.
Sporveie, Dampvogne. — George Stephenson. — Lokomotivet; dets Kjedel og øvrige Indretninger, Stephensons Coulisse. Tenderen. Lokomotivernes videre Udvikling. — Jernbanerne. Banernes Underbygning; Fyldning, Skjærig, Tunnel, Mont-Cenis Tunnelen, Broer. Banernes Overbygning; Skinnernes Form og Befæstigelse, Pointsindretninger, Vendeskiver. — Sikkerhedsforanstaltninger, Bremseindretninger, Signaler, Brunius' »Railway-protector.« — Alpebaner, Landeveis-Lokomotiver.

XVIII. **Lokomobiler** . . . . . 205.

XIX. **Magneten og Kompasset** . . . . . 207.
Naturlige og kunstige Magneter. — Magnetens Egenskaber, Magnetnaales gjensidige Forhold og Forhold til Jordmagnetismen. — Kompasset. — Magnetnaalens Deklination og Inklination.

XX. **Rivningselektricitet og Elektricermaskiner** . . . . . 215.
Ravets og andre Legemers elektriske Forhold. Otto Guerickes Elektricermaskine; Ledere eller Konduktorer og Ikke-Ledere eller Isolatorer, positiv og negativ Elektricitet og deres gjensidige

Pag.

Forhold. — Elektricermaskiner. — Franklins Tavle og Leydnerflasken, elektriske Batterier. — Nogle Virkninger af Elektriciteten, Udlader.

XXI. **Luftelektricitet og Lynafleder** . . . . . 227.
Luftelektricitet. Benjamin Franklins og de Romas Forsøg. Luftelektricitetens Opkomst og Væsen, Lyn, Kornmo. — Lynafleder, St. Elms Ild, Lynaflederens Indretning og Anbringelse.

XXII. **Galvanisme og Galvanoplastik** . . . . . 238.
Galvanis og Alessandro Voltas Jagttagelser, dyrisk Elektricitet. Eketroskoper, Elektricitetsudvikling paa Berøringsflader, elektromotorisk Kraft. — Voltasøilen, elektrisk Differents. Trougapparater, Cruikshanks og Munks Søiler. — Den elektriske Strøms kemiske Virkninger, Opdagelsen af Vandets Dekomposition, Humphrey Davy. — Konstante Elementer. — Daniells, Groves og Bunsens Elementer og Batterier. — Thermoelektricitet. — Andre Virkninger af den galvaniske Strøm. — Galvanoplastik.

XXIII. **Elektromagnetisme og Induktionsmaskiner** . . . . . 254.
Elektromagnetisme, Ørsted, Amperes Regel; astatisk Naalepar, Schweiggers Galvanometer; elektriske Strømmes indbyrdes Forhold og Forhold til Magneter, Induktionsstrømme. — Induktionsmaskiner, deres Princip, Ruhmkorffs Induktionsmaskine.

XXIV. **Den elektriske Telegraf** . . . . . 363.
Optisk Telegraf. Telegraferingsmethoder ved Rivnings- og galvanisk Elektricitet. — Naaletelegrafen. — Visertelegrafen, Afsenderapparat, Modtagelsesapparat. — Morses Telegraf, Afsendernøglen, Modtagelsesapparat, Morses Alfabet, Strømvexler, Lynafleder. — Tryktelegrafer; Hughes Apparat, Olsens Typetrykapparat. — Cassellis Pantelegraf. — Ledningen. — Undervandslinier og den transatlantiske Telegraf; Kablen mellem Dover og Calais, de transatlantiske Kabler, deres Modtagelsesindretning.

XXV. **Telefon, Mikrofon, Tasimeter og Fonograf** . . . . . 281.
Reifs' Telefon, Bells Telefon, Edisons Kultelefon. — Mikrofoner. — Edisons Mikrotasimeter. — Edisons Fonograf.

XXVI. **Kunstig Belysning** . . . . . 289.
1. Lys. Voxlys og Talglys; Stearinlys; Spermacetlys og Parafinlys. — 2. Belysningsoljer og Lamper. Fede Oljer; simple Lamper, Astrallamper, Carcel-Lampen, Moderatørlampen. — Flygtige Oljer; Petroleum og Petroleum-Lamper, Ligroïn- eller Gasoljelamper. — 3. Lysgas. Første Forsøg. — Raamaterialet, Koks. Gasens Bestanddele, Gasberedningen; Gasometer. — Biprodukterne. — 4. Elektrisk Belysning. Elektriske Lamper, elektromagnetiske Induktionsapparater til elektrisk Belysning, Grammes Maskiner. Det elektriske Lyses Natur og dets Deling.

XXVII. **Broer** . . . . . 312.
Træbroer. Stenbroer. Jernbroer; Rørbroer, Gitterbroer, Hængebroer.

XXVIII. **Luftballoner og Luftfart** . . . . . 321.
Flyvemaskiner. Luftballonens Opfindelse; Montgolfierer og Charlierer; Ballonernes videre Udvikling og de første Luftreisende. Charlier-Ballonen og dens Udstyr; Ballonernes Styring. Nogle mærkelige Luftreiser.

XXIX. **Sprængstoffe** . . . . . 336.
Sprængstoffe i Almindelighed. — Krudtet; dets Bestanddele, Fabrikationsmaade, kubisk Krudt. — Nytroglycerin; Sammen-

Pag.

sætningen, Fabrikationsmaaden. Dynamit. Sebastin, Kolonikrudt. — Andre Sprængstoffe, Bomuldskrudt, Pikrinkrudt, Ammoniakkrudt. — Knaldsatser.

XXX. **Skydevaaben og Torpedoer** . . . . . 345.

1. Kanoner. De ældste Kanoner og deres Materiale. — Nutidens Kanoner. Riflet Skyds; Kanonmaterialet; Armstrong- og Fraser-Kanoner, Krupps Staalkanoner. Riflerne og Styringen, Kalibret. Bagladningen; Kolbemekanismen, Kilemekanismen, den franske Marines Bagladningskanoner. — Sprængprojektiler, temperbare Brandrør. — Mitrailløser.

2. Haandskydevaaben. De ældste Geværer og deres Laasindretninger; Luntelaas, Hjullaas, Flintelaas, Perkussionslaas. Rifler; Expansions- og Kompressions-Kugler. — Bagladningsgeværer, det preussiske Tændnaalsgevær. Metalpatroner. De mest bekjendte Bagladningsgeværer og deres væsentligste Dele. Nøiere Beskrivelse af Remington-Geværet, Henry-Martini-Geværet, Mauser-Geværet, Spencers Magasingevær og Krag-Petersens Magasingevær.

3. Torpedoer. Forsvarstorpedoer; Kontaktminer, elektriske Miner, elektriske Stødminer. Angrebstorpedoer; Stangtorpedoer, Harveys Torpedo; Undervandsbaade og Whiteheads Fisketorpedo.

XXXI. **Symaskiner** . . . . . 375.

Symaskinens Historie. Den enkelttraadede Maskine; dobbelttraadede Maskiner, med Skyttel, med Griber.

I.

Papirfabrikationen.

Til store Begivenheders, vigtige Dokumenters Nedtegnelse anvendtes hos de forskjellige Folkeslag i de ældste Tider yderst forskjelligt Materiale. Noget var blot bestemt til at forblive paa Stedet og havde kun monumental Betydning som Mindesmærker; Skriften indhuggedes da gjerne paa Fjeldvægge eller store Stene. Andet var imidlertid bestemt til at kunne flyttes, og det Materiale, man forsynede med Skrifttegn, maatte have Pladeform. Man indristede da fine Tegn og Bogstaver paa Tavler af Sten og Træ, af Kobber, Bly og andre Metaller, af Ben, af Ler, som siden brændtes, o. s. v., eller man malede dem ned paa Planters Blade, Bast eller Tøi.

En saadan tynd Bastplade er Oprindelsen til Navnet Papir, skjønt vort er meget forskjelligt fra hint, de gamle Ægypteres Skrivemateriale. Papyrus er en Sumpplante, der i gamle Dage dyrkedes i uhyre Masse paa Ægyptens Moradser. Den var formodentlig indført did, thi den er nu aldeles forsvunden derfra. Dens Bast blev afflaaet i ganske tynde Hinder, der lagdes ved Siden af hinanden, derover paatvers et andet Lag; efterat have gjennemtrængt dette med en Slags Lim, blev det presset, og saaledes var det efter Planten benævnte Papyrus færdigt. Det havde paa Grund af sin Fremstillingsmaade Udseende, som om det var vævet.

Samtidig brugtes ogsaa det efter Pergamos i Lilleasien opkaldte Pergament. Dette endnu anvendte Materiale fabrikeres af Faare- og Gedeskind, der kalkes og skrabes for at renses og senere indgnides med Kridt og pudses med Pimpsten.

Ligetil det 11te Aarhundrede kjendtes i Europa og de asiatiske og afrikanske Middelhavslande blot disse to Sorter Papir, der stadig kjæmpede om Rangen. Papyrus blev især anvendt til Bøger paa Grund af sin større Prisbillighed, medens Pergamentet, der udmærker sig ved en større Styrke og Seighed, mest benyttedes til alskens Dokumenter o. lgn.

Ved den nævnte Tid fortrængtes dog det ægyptiske Papyrus

fuldstændig af en ny, nærmest fra det østligste Asien stammende Opfindelse i denne Retning. Allerede for lang Tid tilbage, vistnok omtrent fra vor Tidsregnings Begyndelse, fabrikerede Kineserne Papir af Bambusrørets Basttrevler, som de blødte op, æltede, bankede og pressede til tynde Blade, idet de som Lim tilsatte Risvand. Japaneserne brugte istedetfor Bambus en Art Morbærtræ paa samme Maade.

Deres Kunst trængte vestover og blev ved Araberne ført over til Europa. Disse anlagde de første Papirfabriker her i Spanien ved Xantia (nu San Feliz) og Septa (nu Ceuta). Som Stof hertil anvendte de raa Bomuld; da ikke endnu Kværne til Malingen af Massen brugtes, og heller ikke en stor Del af de Midler, man nu betjener sig af for at gjøre Papiret skikket til at skrives paa, var kjendt, saa var dette første Produkt endnu meget ufuldkomment og havde liden Styrke. Efterat Fabrikationsmaaden først var bleven kjendt i Europa, fik den hurtig Udbredelse, og idelig gjordes Forbedringer i Fremstillingen.

Kludepapir. Istedetfor at anvende den raa Bomuld begyndte man allerede tidlig at bruge Klude først af Bomuld, senere af Lin. Disse blev opskaarne i smaa Stykker, kogte i Vand og derpaa henlagt i Bunker for at gaa i en Slags Gjær. Paa denne Maade fik man dem tilsidst over i en grødagtig Tilstand, hvorpaa de kunde omvandles til Papir. Da man snart efter begyndte at anvende Møller ved Kludenes Behandling, først drevne med Haanden, senere med Vandkraft, saa opnaaede man om ikke saa lang Tid gode Resultater, og ved Tiden for Bogtrykkerkunstens Opfindelse, der gav Papirtilvirkningen et kraftigt Stød fremad, kunde man tilvirke virkelig godt Papir.

Papir, som skal være tjenligt til at skrives paa, maa være tilsat Lim, forat det skal blive glat og tæt og ikke Skriften trække udover. I Begyndelsen benyttede man ogsaa til Trykning saadant Papir, baade fordi man gjerne udsmykkede de trykte Bøger videre ved Tegning og Malning, og fordi de skulde komme til mere at ligne de haandskrevne Bøger. Først i det 16de Aarh. begyndte man til Trykningen at anvende ulimet Papir, da dette falder langt billigere.

Papirfabrikationen udvikledes nu hurtig; især har Holland og Frankrig indført mange Forbedringer. I Holland opfandtes og anvendtes først en egen Maskine til Kludenes Bearbeidelse, som derfor endnu bærer Navnet „Hollænderen". De benyttede ogsaa især Lin istedetfor Bomuld som Raastof, hvorved de fik et særdeles smukt Produkt. I 1799 opfandt Franskmanden Louis Robert en Maskine, hvorved man kunde fabrikere Papir i store Masser, medens man indtil denne Tid havde brugt den langsomme Maade ved Haanden at danne Ark for Ark. Denne Maskine var dog først i 1820 saavidt forbedret, at den virkelig

opnaaede store, praktiske Resultater og hurtig blev indført i alle Europas Lande. I Frankrig var det ogsaa, at man første Gang anvendte den, forøvrigt af en Tydsker foreslaaede Maade, at tilføie Massen det nødvendige Lim, allerede inden den var bleven til Papirplader, hvorved Tilvirkningen kunde gaa endnu raskere fra Haanden.

Fabrikationsmaaden. Som nævnt kan Papiret fabrikeres enten med Haanden eller med Maskiner. Den sidste Maade har næsten fuldstændig fortrængt den første. Haandfabrikationen bruges nu blot ved særegne Sorter Papir, eller naar det skal være mer end almindelig fint og godt; den bruges saaledes ved Papir til Pengesedler, enkelte Sorter Tegnepapir o. s. v. Men de store Masser af forskjelligt Papir, som gaar i Handelen, fremstilles nu udelukkende ved Maskinarbeide. Hvilken Maade der end benyttes, saa er de forberedende Arbeider de samme, og vi vil derfor først beskrive disse.

Sorteringen og Opskjæringen. De raa Klude kommer usorterede eller i al Fald kun høist ufuldkomment sorterede og urene til Fabrikerne. Man deler dem her i mange forskjellige Slags. Først separeres de efter Stoffet i Lin, Bomuld, Silke og Uld. De to sidste, der er af animalsk Oprindelse, kan kun bruges som Iblanding ved slettere Sorter Papir. De deles videre i brugte og nye Klude, i ufarvede og af forskjellig Farve.

Allerede for denne Sorterings Skyld er ofte en Sønderdeling nødvendig; ligeledes maa man skjære væk alle Sømmer og Folder, Hegter, Knapper o. s. v. Der foregaar altsaa samtidig med Sorteringen altid ogsaa en Afskjæring. Men de maa ogsaa have en vis, ikke for stor Størrelse, og de maa derfor videre opskjæres. Dette kan ske enten med Haanden, hvad der er at foretrække, da man derved sættes i Stand til at kontrollere Sorteringen og rette mulige Feil ved denne, eller ogsaa kan den ske ved en egen Maskine, der bestaar af en Valse, besat med Knive, som overskjærer de tilførte Klude.

Rensningen. Kludene maa som oftest gjennemgaa en stærk Rensning. Først pidskes de fri for Støv, Sand etc. i et af Metaldug dannet, prismatisk Sigt, hvori en Axe, besat med Træstokke bevæger sig, ogsaa Sigtet bevæger sig rundt, men langsommere end Axen.

Efter denne mekaniske Rensning bringes Kludene op i en Kobberkjedel, der enten er cylindrisk, som paa Fig. 1, eller kugleformig, sammen med en Lud af Soda, eller Soda og Kalk, eller blot Kalk, eftersom man vil have Rensningen mere eller mindre grundig. I denne Kjedel, der stadig roterer om sine to Tapper, ledes i et Rør gjennem den ene hule Tap Vanddamp, hvorved Temperaturen inde i Kjedlen bringes op til omtr. 130° C., ligesom Trykket paa Grund af denne overhedede Damp

bliver temmelig betydeligt. Kogningen her varer 6—12 Timer, og Kludene afskylles derpaa ved at der indledes rent Vand i Kjedlen.

Ved denne forenede Indflydelse af høi Temperatur, stort Tryk og den alkaliske Lud, opnaar man foruden Rensningen tillige at borttage en hel Del Farvestof og at bortfjerne ogsaa andre Stoffe, der findes i Tøiet, og som vilde hindre eller besværliggjøre den delvis ofte allerede herved paabegyndte Opløsning i enkelte Fibre.

Findelingen. Efter at være underkastet denne Rensning

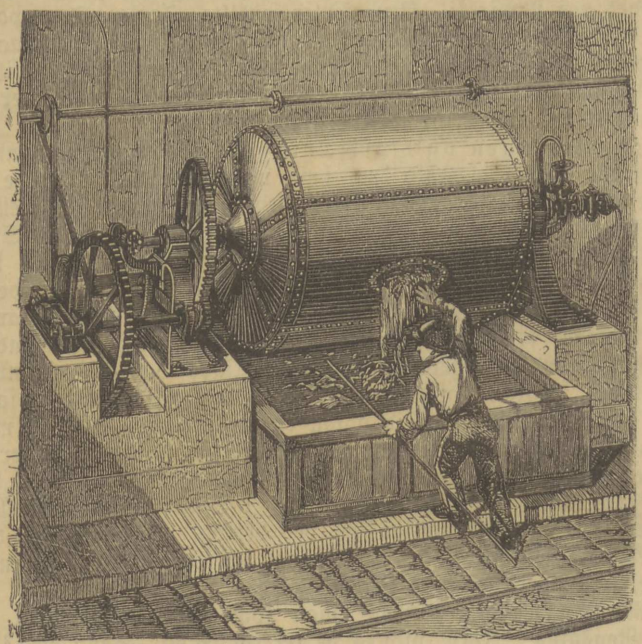

Fig. 1. Roterende Kjedel.

kommer Kludene til den saakaldte „Hollænder," se Fig. 2. Man har her til Hensigt at faa dem opløst i sine enkelte Fibre. Hertil benyttedes før, men nu yderst sjelden, Stampeværker, der leverede et særdeles godt Materiale, da man her fik længere Fibre, men de arbeidede meget langsommere end den ovenfor nævnte Maskine. Denne bestaar af et noget aflangt Kar, i hvilket der befinder sig en Cylinder N, som parallelt med Axen er besat med en hel Del stumpe Metalknive; en Del lignende Knive er fæstet til Karrets Bund lige under Cylinderen og lige-

ledes paralelt med denne. Cylinderen roterer om sin Axe, og herved sættes Vandet med Kludene i Bevægelse. Idet nu Kludene passerer mellem de roterende og fastsiddende Knive, bliver de sønderdelede. Det nødvendige Vand tilføres gjennem Røret R, og det smudsige Vand har Udløb gjennem Aabninger, forsynede med en tæt Metaldug. Ved Knivvalsens Omdreining sættes Vandet med Kludene i Bevægelse, og da der i Midten af Karret er anbragt en Skillevæg, saa tvinges Massen til at bevæge sig rundt i Karret og kommer saaledes stadig tilbage til Valsen, der kan sænkes i al Fald ved den ene Tap, efterhvert som Finmalingen skrider frem.

Man maler ikke strax Kludene helt op, de kommer blot i

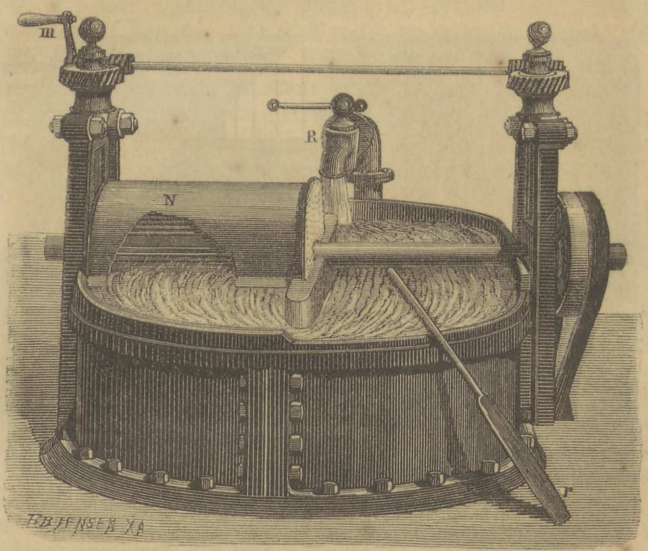

Fig. 2. Hollænderen.

en ikke fuldstændig sønderdelt Tilstand fra den første Hollænder, „Halvtøishollænderen;" den endelige, fuldstændige Opmaling foregaar i paa lignende Maade indrettede „Heltøishollændere," hvis Valse er forsynet med talrigere Knive og har en hurtigere Bevægelse. Imellem disse to Malninger kommer gjerne

Blegningen. Denne foregaar enten med Klorgas eller Klorkalk. Hvis man vil blege med Gas, maa man have et vel tættet Rum enten opført af Mursten eller af Træ. Klorgassen udvikles ved Opvedning i et passende Apparat af Kogsalt, Svovlsyre og Brunsten; den herved dannede Klor ledes ind i Blegerummet gjennem dettes Tag. Kloret virker opløsende paa Farve-

stoffe og gjør saaledes Kludemassen, der i Forveien maa være tørret indtil en vis Grad, hvid eller bleggul. Naar Gassen har virket tilstrækkelig, pumpes eller blæses den ud af Reservoiret.

Blegningen med Klorkalk kan ske enten i egen Beholder eller i Halvtøishollænderen. Denne Klorkalk virker blegende paa Grund af den deri indeholdte underklorsyrlige Kalk, der dekomponeres, saa at ogsaa her Klor udvikles enten langsomt af sig selv eller hurtigere ved Tilsætning af lidt Svovlsyre eller Saltsyre. Man maa passe ved denne Blegning, at ikke Kloren ogsaa angriber selve Kludenes Fibre formeget, ligesom en omhyggelig Udvaskning maa finde Sted efter for at fjerne al Klor, der ellers vilde kunne ødelægge Papiret.

Naar nu den saaledes blegede og udvaskede Masse har

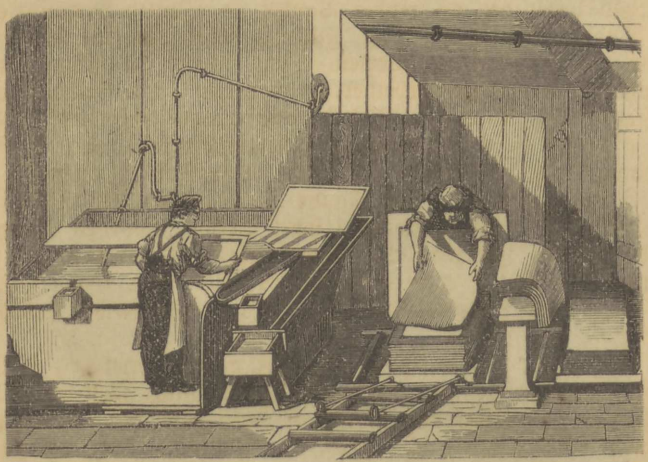

Fig. 3. Papirtilvirkning for Haanden.

passeret Heltøishollænderen en passende Tid, saa er Kludene fuldstændig opløste i sine enkelte Fibre og danner med Vandet en Slags Velling; de er nu blevne til Papirmasse. Af denne danner man Papiret selv paa de to Maader, enten med Haandkraft eller Maskiner.

Papirfabrikation ved Haandkraft. I Heltøishollænderen tilsætter man oftest lidt Porcelænler eller Gips, for at gjøre Papiret ugjennemsigtigt og mere glinsende, samt et blaat Farvestof (Berlinerblaat, Ultramarin o. lgn.) for at betage det den gulagtige Farve, som det gjerne faar ved Blegningen. Herfra kommer Massen til Formekarret, hvor den opspædes med det passende Kvantum Vand og holdes ophedet til 50° C. samt stadig omrøres, forat den ikke skal klumpe sig.

Ved Fabrikationen af de enkelte Ark benytter man sig her af en saakaldet Form. Denne bestaar af en firkantet Ramme, som er overspændt med Metaltraade. Disse ligger mer eller mindre tæt ved Siden af hverandre og er indbyrdes forbundne med andre tversoverløbende Traade. Hvis det saaledes dannede Net er særdeles fint og tæt, faar man glat Papir, ellers bliver det stribet eller rudet.

De saakaldte Vandmærker faaes derved, at Figuren er dannet af anden overspunden Metaltraad, som gjør, at her samler sig noget mindre Papirmasse, hvorfor Papiret i denne Figur bliver mere gjennemskinneligt. Over denne Form stilles en Træramme af forskjellig Høide, eftersom man skal have tykkere eller tyndere Papir.

En Arbeider, „Formeren," dypper nu Formen ned i Massen; idet han løfter den op, rinder Vandet ud gjennem Metalgitteret, og Massen samler sig paa Filtret; forat det skal lægge sig jævnt paa dette, rystes Formen. Han leverer nu Formen uden Ramme til en anden Arbeider, „Gauskeren," der vælter Papirmassen af paa et Stykke Filt, derover lægges en ny Filtplade, saa aftrykkes igjen herpaa en Papirmasseplade o. s. v. To saadanne Arbeidere kan danne indtil 5000 Ark om Dagen.

Naar man paa denne Maade har faaet en Stabel af 180 Ark, lægges det Hele under en stærk Presse, hvorved det meste af det endnu iværende Vand udpresses. Papiret lægges nu sammen for sig og presses paany en eller flere Gange, hvorpaa det tørres i Tørresale, hængende paa Snore af Hestehaar eller Bast.

Papiret er imidlertid endnu noget porøst, Træk- og Filtrerpapir; det maa derfor underkastes en Limning med en Opløsning, der er er kogt paa Affald af Korn eller fra Garverierne e. lgn. Skal Papiret blot tjene til Trykning, limes det ganske svagt, godt Skrivepapir maa derimod gjerne limes to Gange og i stærkere Lim. Derefter presses Papiret atter for at skaffe det overflødige Lim væk, og tørres paany.

Arkene bliver derpaa eftersede, sorterede og optalte, hvorpaa nok en Presning foretages, eller ogsaa underkastes det en saakaldet „Glitning," det vil sige, der lægges mellem hvert Ark en glat Zinkplade, og i Bunker paa 25 til 30 Ark lader man det passere et Valsepar.

Maskintilvirkningen. Ved den af Robert opfundne og senere betydelig forbedrede Maskine tilvirkes ikke Papiret Ark for Ark, men det kommer op paa en Rulle i en sammenhængende Længde og skjæres derefter op. Limningen sker i Regelen her ikke ved det færdige Papir men ved at tilføie selve Massen Lim. Man bruger ikke heller her samme Sort Lim, men et, der er tilberedt ved Kogning af Harpix med Alkalilud og tilsat Alun;

man faar herved en Forbindelse af Harpixsyre med Lerjord, der tjener istedetfor det ved Haandfabrikation brugte Lim. Istedetfor Harpix benyttes til de fineste Skrivepapirsorter Vox.

Den saaledes med Lim tilsatte Masse gaar fra et større Kar, hvori Massen røres om ved Hjælp af et roterende Trækors, over til et mindre Kar, hvori det opspædes med den nødvendige Mængde Vand; ved en Regulator opnaar man, at denne Strøm er aldeles ensartet. Herfra bringes den til en tynd Velling fortyndede Masse over i et Par efter hinanden staaende Kasser. I den første holdes ved dybe, lodret mod Strømmen gaaende Rifler Sand tilbage, i den anden bliver Knuder igjen, idet Massen passerer gjennem et Slags Sigt, der ved en rystende Bevægelse hindres fra at tætte sig.

Saaledes renset løber nu Massen ned paa Formedugen eller „Viren," som den kaldes. Denne er en Metaltraaddug som gaar om to Ruller og ved disse bevæges i samme Retning som Strømmen. Den er, for at holdes horizontal, under forsynet med en hel Del Lederuller. Gjennem Metalnettet rinder Vandet af; for at hjælpe paa dette og faa Massen ligelig fordelt, gives ved en egen Indretning Viren en rystende Bevægelse.

Ved den nederste Ende af Viren er anbragt saakaldte Sugekasser, der er Kasser fyldte med Vand, og i hvis Bund findes vertikale Sugerør. Viren med sin Papirmasse løber langs Overfladen af Vandet i Kasserne. Dette har Tilbøielighed til at løbe ud gjennem Sugerøret, men herved vil der opstaa et luftfortyndet Rum mellem Vandets Overflade og Papirmassen, og der bevirkes saaledes paa Virens Overflade med sit Massebelæg et Tryk, som presser Vandet ud af Papiret. Eftersom man gjør Sugekasserne med sit Rør høiere eller lavere, bliver dette Tryk større eller mindre, og hvis man ikke her er forsigtig, kan det let blive saa stort, at Papiret gaar itu.

Fra disse Kasser gaar Viren med sin saaledes for endnu mere Vand befriede Masse gjennem et Par med Filt beklædte, saakaldte „Gautskevalser." Derpaa gaar Massen fra Viren over paa et endeløst Klæde, der ledes ind under et andet Valsepar af poleret Støbejern, derfra paa et nyt Klæde til nok et saadant Par Valser. Papiret bliver derved fortættet og glattet og gaar saa uden Klæde over en hel Række hule Metalcylindere, der opvarmes indenfra med Damp. Efter saaledes at være tørret passerer det flere Glittervalser og rulles endelig som færdigt Papir i en sammenhængende Længde op paa en Rulle. Derefter har man da blot igjen at opskjære, efterse og oplægge Arkene.

Den ved Maskintilvirkningen anvendte Massetilmning er ikke saa god som Limningen, efterat Papiret er færdig, og man indretter sig derfor undertiden saa, at det færdige, men ulimede

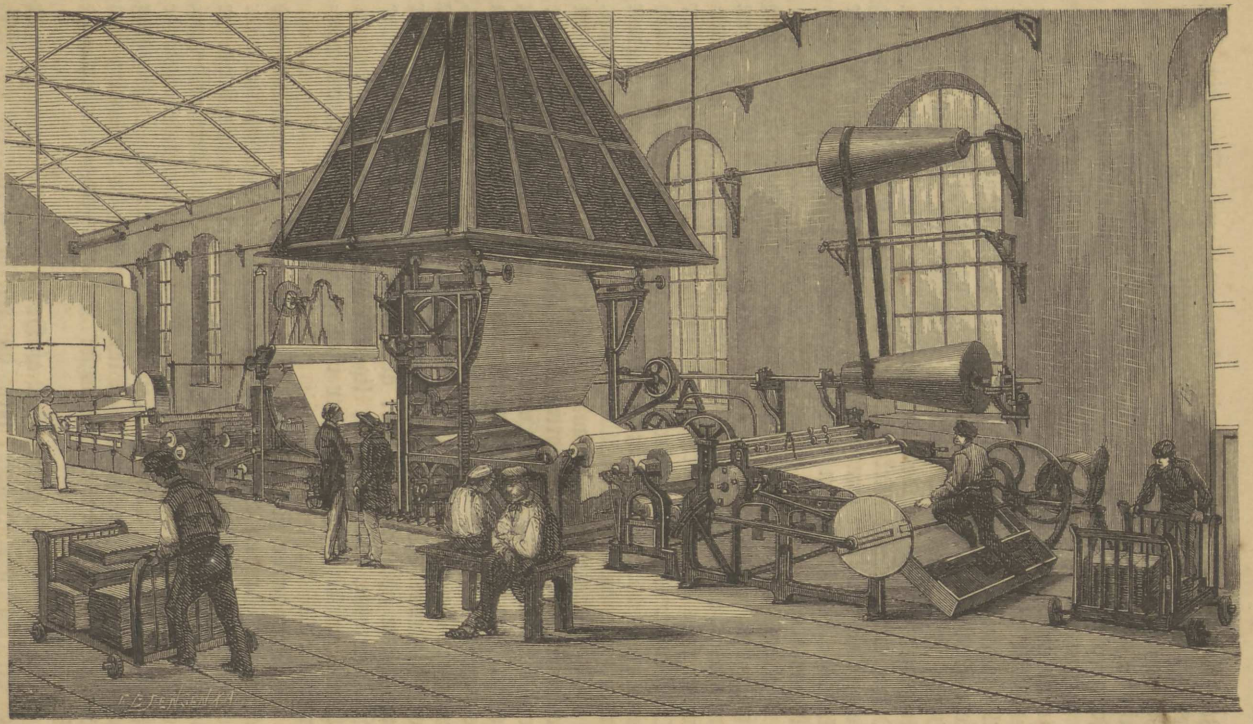

Fig. 4. Papirtilvirkning ved Maskiner.

Papir gaar gjennem et Limningskar med samme Sort Lim som ved Haandtilvirkningen anvendt, hvorpaa det presses mellem Valser og siden tørres over Tørrecylindere. Selv en af de mindre Maskiner tilvirker daglig ligesaameget Papir, som 14 Formere og 14 Gauskere formaar.

Pap tilvirkes paa samme Maade som Papir enten med Haandkraft eller med Maskine. Man kan danne den enten saaledes, at der paa Formen kommer en Mængde Masse stor nok til at faa hele Pappens Tykkelse paa en Gang, eller saa, at flere Lag tyndere Papir, inden det presses, lægges sammen. Denne sidste Maade er den bedste. Massen er, idet den forlader Formen, saa løs, at den let forbinder sig med det næste Lag. Disse sammenlagte Ark kommer derpaa til Gautskevalserne og behandles forøvrigt som Papiret, blot at de kun i de sjeldneste Tilfælde limes, ligesom Blegningen ogsaa i Regelen i al Fald blot er svag.

Papir-maché. Af Papirmasse fabrikeres en Uendelighed af Legetøi og andre Smaasager, saasom alle Slags Æsker. Man anvender hertil især Makulaturpapir, som males op igjen, tilsættes Lim og Stivelseklister og derpaa formes i Gips- eller Træformer. De gjennemtrænges efter en foreløbig Tørring med Linoliefernis og tørres dernæst i en Ovn saa stærkt, at de bliver brunliggule af Farve. Siden bliver de malede eller lakerede.

I den senere Tid er man begyndt med af Papir-maché at danne adskillige praktisk nyttige Ting, saasom Valser, der baade er i Besiddelse af en stor Haardhed og megen Elasticitet. Man danner dem ved at lægge den ene runde, fugtede Papirskive paa den anden, og derpaa udsætte den hele Søile for et stærkt Pres. Endogsaa de indre Dele af Jernbanehjul har man dannet paa denne Maade. Ogsaa Kasser og Fustager af alle Slags har man i den sidste Tid begyndt at fabrikere af Papir-maché eller af Træmasse, hvorom siden, ligesom denne ogsaa anvendes til alskens arkitektoniske Prydelser istedetfor Gips- og Træskjærerarbeider.

Surrogater for Klude. Da Bomulds- og Linklude ved det uhyre Forbrug af Papir og deraf følgende Efterspørgsel efter dette Raastof er steget meget i Pris, søger man i alle Fald for en Del at erstatte dette ved andre, billigere Tilsætninger saavel ved Papir- som Paptilvirkningen. Man benytter saaledes Klude af Uld og Silke, Drev og gammelt Tougværk til Opblanding ved de simplere Papirsorter. Blandingen sker da i Regelen som „Halvtøi." Men de almindeligste Tilsætninger er Halm- og Træmasse.

Halmmasse. Man kan af Halm tilberede særdeles godt og virkelig smukt Papir; men da den indeholder en hel Del Kiselsyre, bliver saavel Kogningen som Blegningen baade van-

skelig og kostbar, og man benytter det derfor enten alene til Indpakningss- og Konceptpapir eller blander det ind i Kludepapiret.

Halmen skjæres først i Stykker paa ikke fuldt $^1/_2$ Tomme, derpaa skaffes ved en egen Maskine Ledknuderne bort, hvorpaa den koges enten med Potaskelud, der virker stærkest opløsende paa Kiselsyren, eller blot i Soda. Derefter males den enten i Hollændere eller i egne Kværne. Inden Malningen er fuldfærdig, underkastes den en Blegning som ved Kludene, hvorpaa den males fuldstændig op, hvis man vil forarbeide den til finere Papir. Hvis man imidlertid blot vil fabrikere grovt Indpakningspapir, renses den gjerne kun ved Kogning i Vand og bleges ikke.

Træmasse beredes paa to Maader, enten mekanisk eller kemisk, den sidste giver den bedste Masse, men falder saameget kostbarere end den første, at det endnu mest er den mekaniske Vei, som benyttes. Det bedste Materiale til Træmassen er Gran og Asp; den sidste giver den hvideste Masse, men da der i Regelen ikke er Adgang til at faa denne i større Mængde, benyttes mest Gran.

Den mekanisk forarbeidede Træmasse fremstilles ved Slibning. Man benytter helst Træ, som er flødet, da det under Flødningen mister en hel Del af sin Harpix. Efter fuldstændig at have skaffet al Bark fra og boret ud alle Kviste, slibes det i passende lange Stykker paa Slibestene af Sandsten under rigelig Tilførsel af Vand. Man erholder herved Massen saa fint fordelt i Vandet, at dette faar et næsten melkagtigt Udseende. En Del er imidlertid for lidet slebet, saaat det maa sorteres fra. Denne Sortering foregaar derved, at der i Massen roterer Tromler af Messingdug, som er saa fin, at den færdigslebne Masse trænger ind i dem og løber sammen med Vandet ud af den ene Side, medens den grovere Masse bliver igjen udenfor og omslibes. Massen kommer derpaa ind i andre Cylindre, der er dannede af saa fint Net, at blot Vandet kan trænge ud, medens Massen bliver igjen.

Ved Slibningen bliver Fibrene ganske korte, og heller ikke alle fuldstændig opkarvede, saa man ikke er istand til at levere noget stærkt Papir af bare saadan Træmasse, derimod fabrikeres det ofte strax til Pap. Mest bruges det som Tilsætning til Klude, og man forsender det da fra Fabrikerne som oftest i tykke Plader, der er frembragte ved Presning af Massen i en hydraulisk Presse. Ved Papirfabrikerne bliver denne Masse atter opløst, hvad der let sker, naar den saaledes blot er presset uden synderlig Tørring. I den senere Tid har man, som før nævnt, begyndt at bruge Træmasse til mangeslags Ting; for at give disse den nødvendige Styrke, maa der tilsættes Lim.

Der kræves til et Træsliberi meget kraftige Maskiner og billig Adgang til Ved; det er derfor ganske naturlig, at der i Norge og Sverige har reist sig det ene Træsliberi efter det andet; thi disse Lande har jo i sine store Vandfald og sine mægtige Skove i fortrinlig Grad Betingelserne for en saadan Industri.

Den kemiske Fremstilling af Træmasse sker ved langvarig Kogning med Sodalud under stærkt Tryk og høi Temperatur i egne dertil indrettede Kjedler, efterat man først har bragt Træet over til tynde Spaaner af omtr. ½ Tommes Længde. Den saaledes kogte Masse knuses og befries for Luden ved at presses af et Valsepar. Den males derpaa i Hollændere og den erholdte, temmelig mørkfarvede Masse underkastes tilslut en kraftig Blegning. Fibrene bliver paa denne Maade længere end ved Slibningen og ogsaa bedre adskilte, hvorfor man godt kan anvende denne alene til Papir. Men Fremstillingsmaaden falder især paa Grund af den store Mængde Brændsel, som tilgaar, temmelig kostbar. Imidlertid er det sandsynligt, at denne Methode har en stor Fremtid for sig.

II.

Bogtrykkerkunsten.

Allerede Grækerne og Romerne mangfoldiggjorde Skrifter derved, at Boghandleren leiede en hel Del Skrivere, 50 til 100 og undertiden flere; én dikterede høit og de øvrige skrev. Trods denne tungvindte Maade eiede dog disse Tider en særdeles rig Literatur og mange og store Biblioteker. Men med deres store Tid svandt saadanne Interesser, og kun faa kunde i de kommende Aarhundreder læse og skrive. Disse Kunster var nu for det meste henviste til Klostrene; I deres Celler var det især, at de faa haandskrevne Værker, som udgjorde Universiteternes, Klostrenes og enkelte lærde Rigmænds Biblioteker, blev til. Ofte udstyredes disse Bøger med talrige Tegninger i flere Farver og med rig Forgyldning.

At i disse Tider en Bog var en sjelden og kostelig Skat, er jo klart, og den opbevaredes derfor ogsaa omhyggelig i et rigt udstyret Skrin, eller fæstedes endog ved en Kjæde til Læsepulten. Mange af disse haandskrevne Bøger kostede lige til over 400 Kroner, og dog var de endog for den Lærde ofte vanskelige nok at læse, baade fordi Skriften i og for sig var utydelig, og fordi der brugtes en Uendelighed af Forkortelser. Paa denne Vis kunde aldrig Literaturen blive Hvermands Eie.

Bogtrykkerkunsten, det vil sige, den Kunst hurtig og for godt Kjøb at frembringe talrige Kopier af samme Skrift, og hvorved først den hele Verden kunde blive delagtig i Aandens og Forskningens Frembringelser, blev først opfunden og anvendt i Midten af det 15de Aarhundrede.

Man har vistnok villet tilskrive Kineserne Æren for allerede meget tidligere at have kjendt denne Kunst; men de benyttede kun den Maade for Trykningen, som man nu betjener sig af ved Billeder, nemlig Trykning ved Hjælp af Træplader med ophøiede eller fordybede Graveringer. Paa Brugen af bevægelige og støbte Bogstaver er det den hele Bogtrykkerkunst hviler, og det var først henved 1450, altsaa omtrent 40 Aar før Amerikas Opdagelse, at Gutenbergs Geni opfandt dette.

Tavletryk. Trangen til Oplysning blev bestandig mere og mere levende, men den høie Pris paa Manuskripterne var en næsten uoverkommelig Hindring for Tilfredsstillelsen af denne Trang. Da fik man i Begyndelsen af det 15de Aarhundrede den Ide i en Træplade at udskjære geografiske Karter, bibelske og allegoriske Billeder med en kort, oplysende Text. Man overstrøg disse Træplader med et fedt Blæk, derover lagdes Blade af Papir eller Pergament, og paa disse overførtes ved Trykning med Haanden de paa Træet indgravede Billeder og Tegn.

Lidt efter lidt forøgedes Længden af den indgraverede Text, og tilslut gjengaves paa denne Maade hele Sider Skrift. En „Fattigbibel", trykt ved dette saakaldte Tavletryk, udgaves i den første Begyndelse af det 15de Aarh. Denne Art Trykning var det, som Kineserne længe før havde kjendt.

Men mellem denne første, primitive Trykningsmaade og den egentlige Bogtrykkerkunst med enkelte og derfor flytbare Bogstavstempler, saakalte Typer, er der et stort Sprang, om end den sidste ogsaa maa siges at være en Udvikling af Tavletrykket.

Johan Gutenberg, Bogtrykkerkunstens Fader, fødtes i Begyndelsen af det 15de Aarh. i Mainz af adelige Forældre. Hans Fædrenenavn var egentlig Gensfleisch, Gutenberg var hans Moders Navn. En Del af sin Ungdom tilbragte han i Fædrenehuset, der efter Middelalderens Sædvane var prydet med Udskjæringer og allegoriske Figurer. Over Hovedindgangsporten var anbragt et stort, udhugget Tyrehoved med den Indskrift: „Intet modstaar mig". Denne Indskrift blev Gutenbergs og kan vel med Rette kaldes den hele Bogtrykkerkunsts Devise.

Allerede tidlig blev imidlertig Gutenberg tvungen til at forlade Mainz med sin lille Fædrenearv. Senere kom han til Straßburg, hvor han, der nu ikke havde synderlig flere Penge igjen, gav sig af med forskjellige mekaniske Kunster for at kunne underholde sig. Imidlertid syslede han ogsaa allerede nu med den Kunst, hvorved hans Navn senere skulde blive saa bekjendt. For at kunne arbeide videre, maatte han imidlertid her forene sig med nogle formuende Mænd. Han dannede med 3 Borgere her et Selskab, der ivrig beskjæftigede sig med Udviklingen af den store Opfindelse.

Saavel denne selv som den videre Bearbeidelse af den holdtes meget hemmelig, saaat man aldrig med Vished er kommen efter, hvorvidt fremskreden den virkelig var her i Straßburg; dog synes det, som om man allerede var naaet temmelig vidt. Gutenberg havde bygget en Presse til at trykke Papiret ned mod Formen, og han benyttede til denne løse Typer. Det synes ogsaa af Vidneforklaringerne ved en Proces at fremgaa, at han har benyttet Typer af forskjellige Metaller, efterat han først havde forsøgt med saadanne af Træ.

Men det gjaldt at finde et Metal eller en Metalforbindelse, der i alle Henseender kunde være tjenlig, og dette var ingen let Sag. Jern var for haardt, det slog Hul i Papiret; Bly var for blødt, det blev sammenklemt under Pressen; og Træ vilde aldrig kunne faa hverken den nødvendige Styrke eller Haardhed til en saadan Anvendelse, ligesom det heller ikke kunde modstaa den Vaskning med Vand, som altid er nødvendig efter Trykningen. Endnu en Mangel ved Træet var, at hver særskilt Type her

Fig. 5. Gutenbergs Statue i Straßburg.

maatte skjæres ud, medens disse ved Metal, naar først Formen haves, kan støbes. Det synes at have været paa Mangelen af en saadan Metalkomposition, som havde en passende Haardhed, tilstrækkelig Modstandskraft og samtidig var letflydende og skikket til skarp og nøiagtig Støbning, at Forsøgene i Straßburg strandede.

Alle disse mange Forsøg medførte store Omkostninger, og

det fortælles, at de tre Mænd, der støttede Gutenberg i hans Foretagende, maatte sælge sit Indbo, sine Juveler og endog sine Arvegodser. De lod sig dog ikke afskrække ved alle disse Gjenvordigheder, de havde Syn for det store i Foretagendet og forstod at skatte den Mands Geni, der ledede det. Men den ene af Participanterne, Dritzen døde, og hermed synes Selskabet at være blevet opløst. Nedslagen herover og plaget af sine Kreditorer opgav Gutenberg sine Arbeider og forlod Straßburg for igjen 1444 at reise til sin Fødeby Mainz.

Fast bestemt paa ikke at opgive sin Opfindelse, men nu henvist udelukkende til sine egne Kræfter, finder vi Gutenberg snart i Mainz igjen ifærd med at tegne, gravere, smelte, prøve Metallegeringer og saa at trykke. Utilfreds med de opnaaede Resultater begynder han igjen forfra. Men, da han mangler Midler til at fortsætte, indgaar han Forbindelse med Fust og Schöffer.

Johan Fust var en rig Retslærd i Mainz. Snu og rænkefuld laante han Gutenberg Penge, men først efterat han havde sikret sig alle Fordele ved den nye Opfindelse. Hans Broder var Guldsmed, og af denne fik de mange værdifulde Oplysninger. Petter Schöffer var en ung, kundskabsrig Mand og især en duelig Skjønskriver, som Fust snart gjorde til sin Svigersøn.

Denne sidste lykkedes det nu ved Sammensmeltning af Bly og Antimon at frembringe en fortræffelig Legering, som med en mindre Haardhed end Jernets og større end Blyets forbinder en stor Modstandskraft mod Pressens Tryk og tillige giver skjønne, skarpe og rene Præg ved Støbning, det, hvorpaa Gutenberg forgjæves havde ofret saa meget Arbeide og saa mange Omkostninger. Fra dette Øieblik af var Bogtrykkerkunsten skabt.

Men fra dette Øieblik var det ogsaa forbi med det gode Forhold mellem dens Skabere. Da Opfindelsen nu var fuldendt og saaledes Opfinderen selv overflødig, pønsede den troløse Fust blot paa Midler til at blive Gutenberg kvit. Selskabet havde som første større Arbeide lagt en Bibel under Pressen. Alt gik godt. Prisen paa Bøger var, som før nævnt, uhyre stor; man kunde levere den nye Bog til billigere Pris og endda sælge med betydelig Fordel, ligesom man ogsaa kunde gjøre Regning paa stor Afsætning. Opfinderens Lykke syntes at være gjort, endelig skulde Gutenberg høste Lønnen for sine mange Opofrelser, for sine store Savn, for sit rastløse Arbeide.

Men Fust, der, som vi har nævnt, havde forstrakt Gutenberg med Penge, kom nu, inden endnu Værket var fuldfærdigt, med Krav paa det hele udlagte Beløb med Aagerrenter, og da Gutenberg naturligvis ikke kunde betale dette, lage Fust ifølge sin Kontrakts Ordlyd Beslag paa Trykkeriet, alle Maskiner, Ovne,

Typer og ogsaa hele det næsten færdige Oplag af Biblen. Det kom til en Proces, som den ulykkelige Opfinder tabte, og han maatte 1455 for anden Gang, efter 10 nye lange Aars Stræben saa nær Maalet, som en til det yderste forarmet Mand begynde at kjæmpe for sit Ophold.

Men hans ubøielige Mod, hans urokkelige Energi kunde ikke heller ved dette nye, endnu haardere Stød knækkes. Han henvente sig til en anden formuende og retsindig Mand i Mainz, Dr. Homery og fik af ham laant Penge til Oprettelsen af et nyt Bogtrykkeri. Men det tog Tid, inden dette blev istand, han maatte jo selv udføre alt Arbeide derved, og først 1460 var hans Trykkeri færdigt, og den første Bog paa hans Forlag udkom.

Imidlertid havde Fust og Schöffer draget Fordel af sit Forspring og udgivet en hel Del Bøger, der fandt rask Afsætning, skjønt de holdt dem i samme høie Pris som haandskrevne. De lignede ogsaa disse, thi de første trykte Bogstaver havde samme Udseende, som de dengang ved Haandskrifterne almindelig brugte.

Forat Arbeiderne, der var blevne mistroiske og utilfredse ved den skjændige Opførsel mod deres Mester Gutenberg, skulde holde Kunsten hemmelig, havde de med Ed forpligtet sig til fuldstændig Taushed, ligesom Fust for større Sikkerheds Skyld lod dem underskrive Kontrakter, hvorved han havde Ret til at beholde deres Løn, om de røbede noget. Ja, det siges, at han endog holdt dem under Laas og Lukke i sine Værksteder, som var indrettede i mørke Kjældere.

Den gamle Aagrer Fust blev, efterat allerede Gutenbergs nye Trykkeri i flere Aar havde været i Virksomhed, bortreven af Pesten 1466, og Svigersønnen Petter Schöffer fortsatte nu Forretningen alene. Efter ham overtoges Trykkeriet af Sønnen Johan Schöffer og fortsattes i omtr. 100 Aar af den samme Familie. Der udgaves i denne Tid omtr. 350 Bøger.

Petter Schöffer havde især havt sin Opmærksomhed henvendt paa at forædle og forskjønne Skriften og gjorde ogsaa heri store Forbedringer. Den første Bibel, der udgaves, lod i saa Henseende endnu meget tilbage at ønske; men allerede 1½ Aar efter, at Gutenberg saa skjændig var bleven forjagen, udgaves en Salmebog, der i rigt Udstyr og Trykkets Skjønhed var naaet til en betydelig Høide. Ogsaa Opfindelsen af en bedre Sværte bidrog hertil.

Det nye Gutenbergske Trykkeri kunde ikke maale sig med det Fust-Schöfferske. Det arbeidede jo ogsaa under mere fortrykte Omstændigheder, med laant Kapital og uøvede Folk. Hertil kom ogsaa, at Mainz i 1462 i en Feide blev stormet og plyndret. Ved denne ulykkelige Begivenhed maatte begge Trykkerier i længere Tid standse sin Virksomhed, hvad der naturligvis

maatte ramme Gutenbergs langt føleligere end det andet. Saaledes forfulgtes den stakkels Opfinder altid af Ulykke og smaa Kaar.

Endelig begyndte dog, men rigtignok sent, bedre Dage at oprinde for Gutenberg. Han blev af Kurfyrst Adolf af Nassau optagen blandt dennes Hoffolk og fik en livsvarig Pension. Han leiede sit Trykkeri ud, men havde endnu Overtilsynet dermed; den indkomne Leie sendtes Dr. Homery som Afdrag paa Gjælden. Der fulgte nu for den gamle Mand en Del Aar fulde af Fred og Lykke i hædrende Omgang med den ædle Fyrste, hvis Navn for denne vakre Handling aldrig bør gaa i Glemme. I Begyndelsen af Aaret 1468 døde Gutenberg, denne store Mand, hvis Geni og ubøielige Energi skjænkede Efterverdenen en større Velsignelse end noget andet Menneske har gjort.

Gutenberg var forlovet, men udsatte Ægteskabet af Frygt for at drage sin Forlovede ned i sin egen Elendighed; hun derimod nærede ingen saadan Frygt, hun vilde dele hans Kaar og blev hans Hustru; men baade hun selv og deres Børn døde tidlig. En Søster overlevede Gutenberg. „Jeg skjænker", siger han i sit Testamente, „min Søster alle de Bøger, jeg har trykt i Klostret St. Arbogast". Det var den hele Arv, han efterlod. „Stakkels Opfinder", udbryder Lamartine, „som ikke havde andet at skjænke hende, der overlevede ham, end det, der er saamange andre store Opfinderes hele Rigdom: en glædeløs Ungdom, et Liv fuldt af Ulykke og Forsagelse, et miskjendt Navn, sin tunge Sved, sine søvnløse Nætter, sine samtidiges Glemsel".

Som ved de fleste store Opfindelser har der angaaende denne ogsaa vist sig Strid om saavel Stedet som Opfinderen. Hollænderne har saaledes paastaaet, at Opfindelsen skede i Haarlem af en Mand ved Navn Laurens Koster. Opfindelsen sattes til Aar 1423, og der feiredes derfor i Holland 1823 en stor Jubelfest, hvorunder man reiste Koster et Mindesmærke. Ligeledes holdt Straßburgerne en Tid fast ved, at Opfindelsen var skeet inden deres Mure af Johan Mentel. Paa begge Steder paastodes, at Gutenberg var bleven indviet i Opfinderens Fortrolighed og derpaa havde misbrugt denne. Dette er dog uden tvivl blot løse Sagn, som senere dannede sig. Det bedste Bevis herpaa er, at i Holland tryktes den første Bog af Mainzer-Bogtrykkere i 1473; og at paa sidste Sted vistnok Johan Mentel var den første Bogtrykker, men at hans Navn først forekommer i 1466, altsaa 11 Aar efter at den første Bog var udkommen i Mainz.

Det forholder sig ganske vist saa, at enkelte af de to Mainzer-Bogtrykkeriers Arbeidere, især ved denne Byes Storm og Plyndring, rømte og bragte Gutenbergs Kunst til andre Steder, hvor der saa hurtig reiste sig nye Trykkerier.

Bogtrykkerkunstens Udvikling. Der dukkede hurtig og

omtrent paa samme Tid Trykkerier op paa mange Steder i Tyskland, Italien, Frankrige, England, Spanien og Ungarn, noget senere ogsaa i Skandinavien og Polen. Udbredelsen var saa rivende hurtig, at der allerede i Slutningen af Aarhundredet fandtes henved 1000 Bogtrykkerier i Virksomhed paa forskjellige Steder.

De fleste af denne Tids Herskere var gunstig stemte for den nye Opfindelse og gjorde sig ofte i høi Grad fortjente ved de Begunstigelser, de lod den blive tildel. De vidste endnu ikke, at netop denne nye Kunst var bestemt til at aabne Folkenes Øine for alle de Skjævheder og Uretfærdigheder, som saa almindelig fulgte den da bestaaende Regjeringsform; de vidste ikke hvilket farligt Vaaben mod dem selv, der her raktes deres Undersaatter i den større Oplysning og Dannelse og deraf følgende Selvbevidsthed, som den hurtig voxende Literatur medførte. De udenlandske Bogtrykkere fik Borgerrettigheder i det nye Land, de blev ofte tilstaaede store Privilegier og Forrettigheder, saaledes fritagen for al Krigstjeneste etc.

Dog varede denne gode Tid for Bogtrykkerkunstens Udvikling ikke længe. Efter omtrent et Aarhundredes raske Fremgang, begyndte den atter at dale. Hertil bidrog saavel den langvarige og ødelæggende Trediveaarskrig som den i alle Lande indførte Censur over de udkommende Skrifter. Intet Værk kunde fra denne Tid af udkomme uden først at være gjennemgaaet og prøvet af Mænd, udvalgte af Regjeringen. Mest af alt bidrog vistnok den Omstændighed hertil, at den nye Kunst blev et Privilegium, idet blot enkelte Mænd fik udelukkende Ret til at trykke.

Det hjalp ikke, at man for at undgaa den videre Daling af Kunsten, indrettede et fast Tilsyn med alle Trykkerier for at paase, at Trykningen var riglig, Typerne og Papiret godt o. s. v. Tilstanden blev i Midten af det forrige Aarh. saa slet, at man endog begyndte at tvivle om, hvorvidt der egentlig var nogen Nytte ved denne Kunst. Først i Slutningen af forrige og Begyndelsen af dette Aarhundrede spores atter Fremgang heri.

Blandt bekjendte Bogtrykkere fra den første gyldne Tidsalder kan nævnes Aldoerne (Aldo Manutio den ældre og yngre) i Venedig, der udgav en hel Del af de romerske og græske Klassikeres Værker. De opfandt Kursivskriften (hældende latinske Bogstaver) og skaffede Brugen af denne og den almindelige latinske Skrift, Antikvaen Udbredelse. Denne sidste havde vistnok allerede før været anvendt, men var paany bleven aldeles fortrængt af den gothiske Fraktursskrift, der var en Udvikling af de gamle Haandskrifters Bogstaver, den saakaldte Munkeskrift, og tillige den, som allerførst benyttedes af Gutenberg og Schöffer. Den nye Skrift, baade Kursiven og Antikvaen, udbredte sig snart fra Italien til alle de andre romanske Lande, medens Tydskland

og til den senere Tid ogsaa de skandinaviske Lande fremdeles benyttede Frakturen. Nu synes den Tid ikke at være fjern, da Antikvaen vil blive eneraadende overalt. Aldoerne stod under Pavens særlige Beskyttelse og udgav ogsaa en hel Del lærde Værker.

Ogsaa Bomberg i Venedig gjorde sig bekjendt ved Udgivelsen af den hebraiske Bibel og Talmud. Plantin i Antwerpen udmærkede sig ved sin særdeles smukke Trykning. Koberger i Nürnberg fik Tilnavnet „Bogtrykkerkongen", fordi hans Trykkeri havde 24 Presser i stadig Gang og over 100 Arbeidere. Johan Frobenius i Basel, der kaldtes „Tydsklands Manutio", udmærkede sig ligeledes ved skjøn Trykning og stor Virksomhed. Han trykkede alle Erasmus af Rotterdams Skrifter. I Wittenberg, hvor Luther virkede, og hvorfra den af ham begyndte Reformation især udsendte sin rige Literatur, udmærkede sig mest Hans Lufft, „Bibeltrykkeren", ved Trykningen af den lutherske, tydske Bibel, der udkom i tusind og atter tusind Exemplarer.

I den Periode, da Bogtrykkerkunsten paany begyndte at tage Opsving, udmærkede sig først Englænderen Baskerville ved smukke og smagfulde Typer, som han selv baade tegnede, graverede og støbte. Endnu større Fortjenester havde Franskmændene Didot den ældre og yngre, der skabte en Mængde nye Typer af sjelden Skjønhed. Den yngre Didot tilkommer ogsaa Æren for den saakaldte Typometri, hvorved Forholdet i Størelsen af de forskjellige Sorter Skrift engang for alle bestemmes, ligesom han forskjønnede den hidtil brugte Antikva ved at gjøre Bogstaverne slankere. Fra ham skriver sig ogsaa den saakaldte Stereotypi.

Ved **Stereotypi** forstaaes, at man, efter først at have sat Skriften med løse Typer, skaffer sig en Afstøbning af denne, saaledes at Formen engang for alle haves, og at man ved et nyt Oplag af samme Bog følgelig ikke behøver at sætte denne om igjen med løse Typer. Ved denne Fremgangsmaade gaar man altsaa paa en Maade tilbage til Tavletryk, men den er dog forskjellig derfra deri, at man oprindelig sætter med løse Typer, og at Formen er en Metalstøbning. Foruden den Fordel, at man stadig har Formen staaende og følgelig ikke behøver at have saa store Oplag af en Bog liggende paa Lager, men mere kan trykke efter Behovet, samt sparer fornyede Sætter- og Korrekturomkostninger, har Stereotyperingen ogsaa betydelige andre Fordele. Man kan ved denne opnaa tilslut at faa Satsen og altsaa Bogen fuldstændig fri for Trykfeil, idet man nemlig ved Udbugning og fornyet Indsætning kan rette Feil ogsaa i den støbte Plade. Den egner sig derfor i Særdeleshed til saadanne Bøger som Logarithmetabeller, Lexikonner o. lgn. samt ved Værker, hvori mange forskjellige Slags Skrift forekommer. Ligesaa er det under selve Trykningen heldigt, at Typerne ikke er løse.

Stereotyperingen kan udføres paa forskjellig Maade. Man kan smelte de løse Typer, efter at Værket er sat, sammen ved et Metal, men dette er en meget bekostelig Maade. Didot lod støbe Typer af Kobber, der var fordybede og havde samme Stilling som selve Bogstaverne; disse sattes og dannede derved en Form, hvori den faste stereotypie Sats støbtes. I Regelen sætter man imidlertid først med de almindelige Typer, og naar saa Satsen ved gjentagne Korrigeringer er bleven saavidt mulig feilfri, danner man sig en Form ved at støbe over Satsen Gips eller Guttaperka.

I den senere Tid anvendes dog mest følgende Fremgangsmaade: Man klistrer paa Skrivpapir det ene Lag Silkepapir efter det andet, indtil det hele faar Tykkelse som tynd Pap. Medens endnu det hele er fugtigt af Klistret og saaledes danner en blød og sammentrykkelig Masse, presses Silkepapir-Siden ned mod Satsen ved et svagt Pres. Naar Pladen derpaa er tørret, danner den en Form, hvori man kan støbe Stereotyppladen. Disse Papirformer er baade mere transportable og varige end Gipsformerne, ligesom man kun kan benytte de sidste én Gang, medens man i Papirformen kan tage indtil 8 Støbninger.

Bogtrykningen. Vi gaar nu over til en kort Beskrivelse af de Apparater og de forskjellige Midler, man betjener sig af ved Trykning med bevægelige Typer. Dette sker saaledes, at man forbinder de enkelte Bogstaver efter hverandre til Ord, Linier og Sider, idet man mellem de enkelte Ord og Linier frembringer passende Mellemrum ved Hjælp af de saakaldte Gevirter, Halvgevirter, Kvadrater og til at spærre de enkelte Bogstaver mere fra hverandre Spatier. Disse er allesammen smaa firkantede Prismer af forskjellig Størelse, og som ikke giver noget Aftryk.

Den Materie, hvoraf Typerne støbes, er en Legering af 4 Dele Bly og 1 Del Antimon. Tilsætningen af dette sidste Metal giver Blyet fuldkommen tiltrækkelig Haardhed til at modstaa Pressens Tryk. Man støber Typerne ved at gyde den smeltede Legering i en Form, der danner en Slags liden, aflang Kanal, ved hvis Bund er anbragt den saakaldte Matrice, der danner Formen for Bogstavet. Man faar disse Matricer fra Stempelskjæreren, som først graverer i Staal Bogstavet omvendt og saaledes, som det skal komme til at se ud ved Typen; med dette lille Stempel, Patricen, indslaaes i Kobber Matricen, der altsaa kommer til at blive fordybet og retstaaende som det trykte Bogstav i Bogen. Man kan med et eneste saadant Staalstempel skaffe sig en Mængde Matricer, og Skriftstøberen kan af hver af disse igjen levere et særdeles betydeligt Antal Typer.

Denne Type, Fig. 6, bestaar af selve Bogstavet samt af en længere Stilk, paa hvis ene Ende Bogstavet sidder, og hvis firkantede Gjennemsnit har en lidt større Høide og Bredde end Bogstavet.

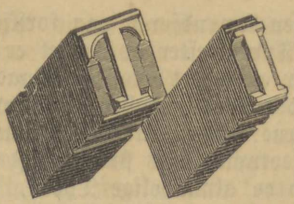

Fig. 6. Bogtrykkertyper.

Denne Form af Typer er valgt, forat man lettere skal kunne behandle dem under Sætningen. Tillige er hver Type forsynet med et lidet Indsnit paa den ene smale Side lidt ovenfor Midten. Arbeideren kan ved Hjælp af dette orientere Typen uden at behøve at se paa den.

Sætningen. Til et Sæt Typer hører ikke lige mange Bogstaver af enhver Sort; Antallet staar i et vist for de forskjellige Sprog ved Erfaring fundet Forhold. Disse er nu i Trykkerierne ordnede, hvert Bogstav i sit Rum, i Pulte, som bestaar af en større, men lav, firkantet Trækasse, inddelt ved Skillevægge. Bogstaverne er ikke her ordnede i alfabetisk Orden, men saaledes, at de i Skrift hyppigst forekommende ligger nærmest for Haanden.

Til at samle de Bogstaver, der skal danne Ordet, betjener Sætteren sig af et lidet Instrument, som han kalder en Vinkelhage, Fig. 7, hvori han efter hinanden anbringer de Bogstaver, der tjener til at danne Ordene, som han aflæser i det foran ham opstillede Manuskript.

Fig. 7. Vinkelhagen.

Denne Vinkelhage er en Slags lang og smal Skuffe af Jern eller Messing, hvori den ene Langside mangler, og hvis ene Smalside kan skydes frem og tilbage og ved Hjælp af en Skrue fæstes i en saadan Afstand, at Mellemrummet mellem denne og den første Væg udgjør Længden af Bogens Linier.

Naar den første Linie er sat, anbringes over denne en smal Strimmel Messingblik, Sættelinien, der tjener baade til at frembringe det rette Mellemrum mellem Linierne, til at hindre Bogstaverne fra at forskyde sig, og tillige til at danne et jævnt

og solid Underlag for den nævnte Linie, som derpaa sættes over den første. En Sætter kan, naar han har tilstrækkelig Øvelse, sætte 10,000 Bogstaver om Dagen.

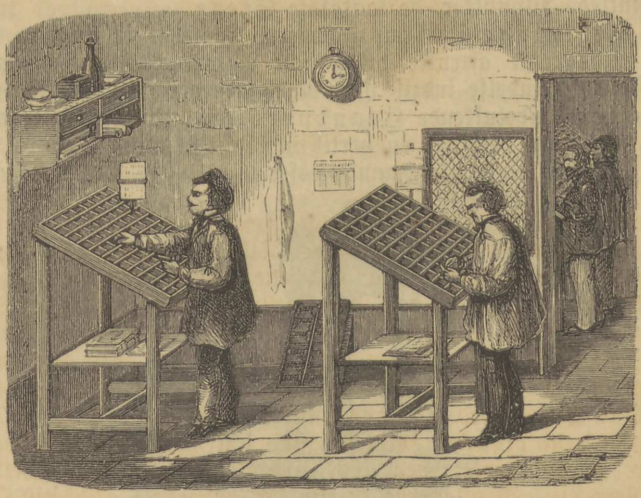

Fig. 8. Sættere i Arbeide ved sine Pulte.

Naar Vinkelhagen, der rummer 10 a 12 Linier, er fuld, løftes hele Indholdet ud, idet man holder det fast mellem Tommel- og Pegefinger, og bringes behændig over i Sætterskibet, Fig. 9, en firkantet Plade af Zink med tre ophøiede, retvinklet til hinanden stødende Sider.

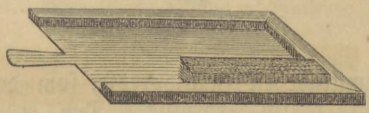

Fig. 9. Sætterskibet.

Naar der paa Sætterskibet er anbragt saamange Linier, som en Side i Bogen skal have, sammenbindes, eller „udbindes", som det kaldes, denne Sats med en stærk Snor. Efter paa denne Maade at have faaet Sats til saamange Sider, som et Ark Papir skal indeholde, hvilket Antal naturligvis beror paa, hvor stort Format Bogen skal have, ordnes disse i den Orden, som er nødvendig, forat Siderne ved Ombretningen af Papiret skal faa den rigtige Følge efter hinanden. Det følger af sig selv, da Papiret skal trykkes paa begge Sider, at Sammenstillingen maa ske i to særskilte Dele. Hver af disse Dele, der

kaldes en Form, indfattes i Jernrammer, hvori de ved Hjælp af Kiler fæstes urokkelig fast, efterat man først har udfyldt de Mellemrum, som der skal være mellem hver Sides Sats med retvinklede Blystykker, de saakaldte Stege.

Trykningen. Naar Formerne saaledes er færdige, staar der tilbage at aftrykke disse paa Papiret. Fra Bogtrykkerkunstens Opfindelse indtil vort Aarhundredes Begyndelse benyttedes hertil udelukkende Haandpresser. Nu sker dette mekanisk, idet man benytter en hertil indrettet Maskine. Vi vil først tale lidt om de gamle Haandpresser.

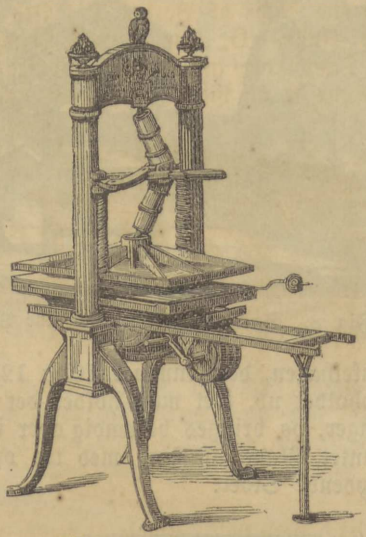

Fig. 10. Haandpresse.

Fig. 10 fremstiller en Haandpresse, som den nu almindelig bruges ved mindre vigtig Trykning. Den er forsynet med en Slide, hvorpaa ved Hjælp af en Svev et plant Bord kan bevæges frem og tilbage. Paa dette anbringes den til Arkets ene Side svarende Form, som bestryges med Sværte ved Hjælp af en elastisk Rulle. Efter først at have vædet Papiret, lægges dette over Formen, og Bordet skydes ind under Pressen. Den Stang, der bærer den øvre bevægelige Trykplade, er delt i to Dele, der er bevægelig forbundne saavel indbyrdes som med Pladen. Ved et Haandtag kan disse to Dele ved Forbindelsesstedet vrides ud, saaat de indbyrdes danner en Vinkel, og derved Pladen hæves. Ved atter at vride Haandtaget i modsat Retning stiller Delene sig vertikalt og i hinandens Forlængelse; Stangens lodrette Længde bliver da større og Pladen presser

Papiret ned mod Formen. Saaledes trykkes Ark for Ark, og naar man har trykt et tilstrækkeligt Antal heraf, tages den første Form af, den anden, som indeholder Texten til den anden Side af Papiret, lægges under, og nu trykkes denne paa samme Maade.

Pressерne var først af Træ, senere gjorde man dem af Jern, og stadig blev de forbedrede.

Fig. 11 viser den Maade, hvorpaa man anbringer Sværten, der bestaar af en Blanding af Kjønrøg og Linoliefernis, paa Rullerne for ved Hjælp af disse senere at overføre den paa Formen. En Portion halvflydende Sværte anbringes i en Fordybning i den ene Ende af Bordet T. Ved Haandtaget M dreier Arbeideren Rullen D, som derved bringer en Del af Sværten op paa Overfladen af Bordet, hvorfra den tages paa den bevægelige Rulle R og videre overføres paa Formen.

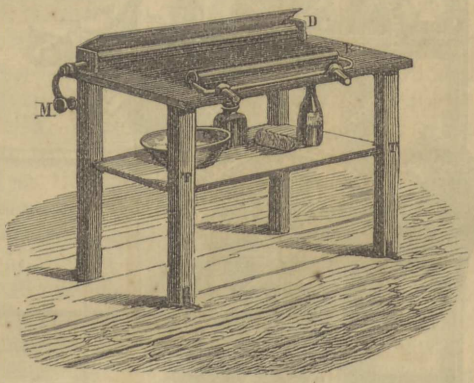

Fig. 11. Bord til Sværtning af Rullerne.

Med de hidtil brugte Haandpressер kunde selv ved de bedste Konstruktioner en Arbeider ikke drive det til om Dagen at trykke mere end i det høieste 1500 Ark paa begge Sider. Ved Blade især, som ofte udgives i mangfoldige tusinde Exemplarer daglig, var dette en stor Mangel, som først blev afhjulpen af Maskinpressen eller Hurtigpressen.

Den første Hurtigpresse byggedes af Tydskeren Friedrich König i London, hvor „Times“ i 1814 udkom første Gang trykt med denne Maskine.

Senere er der fremkommet den ene Konstruktion efter den anden, saaat man er naaet til at kunne med en eneste Maskine trykke 20 til 30 tusinde Exemplarer i en Time.

I Fig. 12 er fremstillet en Hurtigpresse efter et meget godt System. A er en Skive, der sættes i Bevægelse af Damp, og som ved Remmen B overfører Bevægelsen til Skiven C.

Denne er forsynet med et Tandhjul, som griber ind i det store, overliggende Tandhjul, der atter staar i Forbindelse med et lignende til venstre. Ved Hjælp af flere mindre Tandhjul sættes alle de paa Tegningen synlige Valser og Ruller (H, I,

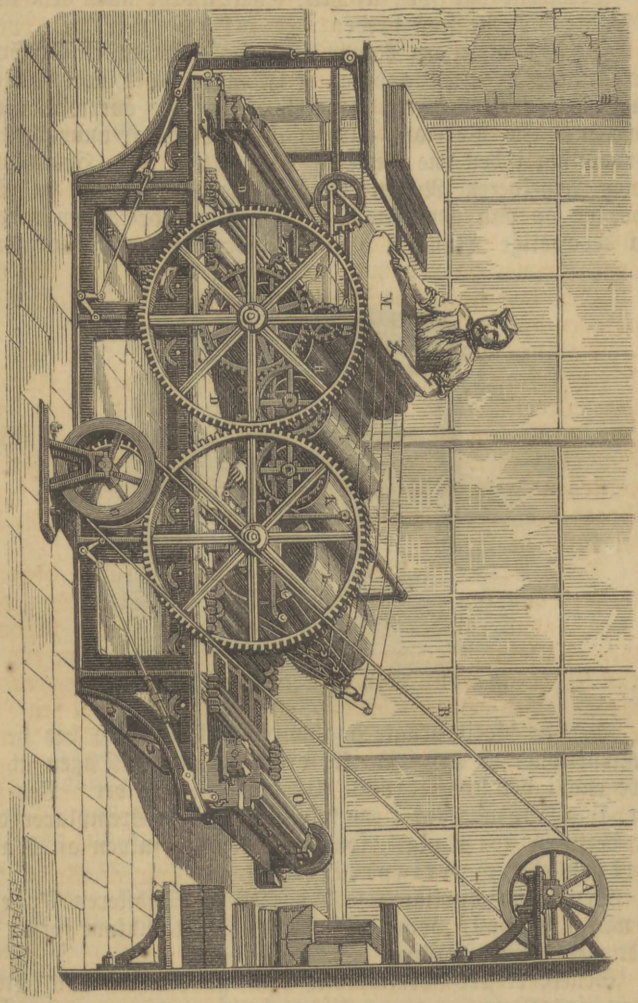

Fig. 12. Hurtigpresse.

K, L, O o. fl.) i en omdreiende Bevægelse. Det plane Bord D, hvorpaa Formerne er fæstede, sættes i en frem- og tilbagegaaende Bevægelse ved den samme Skive C. Ved denne Bevægelse bringes Formerne snart under den Valse, som her, istedenfor

den flade Skive ved Haandpresserne, frembringer Pressjet ned mod Formen, og snart ud fra denne Valse. Valsen selv er en hul Jerncylinder, beklædt enten med Filt eller Papir og kan ved Skruer stilles nærmere eller fjernere fra Bordet med Formerne.

Det rene Papir M bringes af en Arbeider hen til et System af 3 mindre Ruller, som griber det og fører det over paa Rullen H, hvorfra det kommer ned paa Bordet D. Her træffer det paa Begyndelsen af en sværtet Form, der med Bordet bevæger sig i samme Retning som Papiret. Ved denne Berørelse og Presset af den overliggende Valse bliver nu Papirets ene Side trykt.

Ved Hjælp af passende anbragte Baand ledes Papiret herfra op, saa at det ruller sig om Valsen I med den rene Side ud, derfra ned om K med den trykte Side ud, og saa tilslut rulles det om Valsen L atter med den rene Side ud. Denne kommer da ned mod den anden Form, som ved Trykket af Rullen L præger sin Skrift paa denne Side, og en Arbeider modtager det saaledes færdigtrykte Ark.

Maskinen udfører altsaa her selv det Arbeide, som ellers ved Haandkraft maatte udføres, nemlig at bringe Formen ind under Pressen, ligesom den ogsaa selv fører det paa en Side trykte Papir hen til den anden Form til Trykning af den anden Side. Det er ligeledes Maskinen selv, som besørger Formernes Overstrygning med Sværte. En særlig Indretning hertil er anbragt ved hver Form og sees som et System af Ruller ved hver Ende af Bordet.

Dette Slags Maskiner, der paa engang trykker begge Sider, anvendes dog kun ved Blade, da Trykkets Skjønhed lider ved, at den endnu vaade Tryk fra den første Form kommer ind under Valserne, ligesom det er sjeldent at faa den ene Sides Tryk til at svare fuldkommen til den anden Sides paa denne Maade. Ved Bøger bruges derfor gjerne blot en Enkelt-Presse, der blot trykker en Side om Gangen. Man kan imidlertid ogsaa ved disse faa trykt et større Antal Exemplarer ved at have begge Former ved Siden af hinanden og anvende Papir af den dobbelte Størrelse. Naar saa efter Trykningen af den ene Side Papiret vendes og trykkes paa den anden Side, faar man saaledes to sammenhængende Exemplarer af Arket, der kan skjæres over paa Midten. Skal Arbeidet gaa meget hurtig, saa bruges Presser, hvori flere Former for det samme Ark haves, saaat man trykker flere Exemplarer paa en Gang. I Fig. 13 er fremstillet en Dobbeltpresse, hvor man altsaa har to Former for hver Side af Bogens Ark. Indretningen er forøvrigt som ved Fig. 12 omtrent.

Man har ogsaa Maskiner, hvori Satsen er anbragt paa en Valse, hvorimod Trykvalsen klemmer. Trykningen sker altsaa da blot ved ombreiende Bevægelser, og Papiret er da oprullet

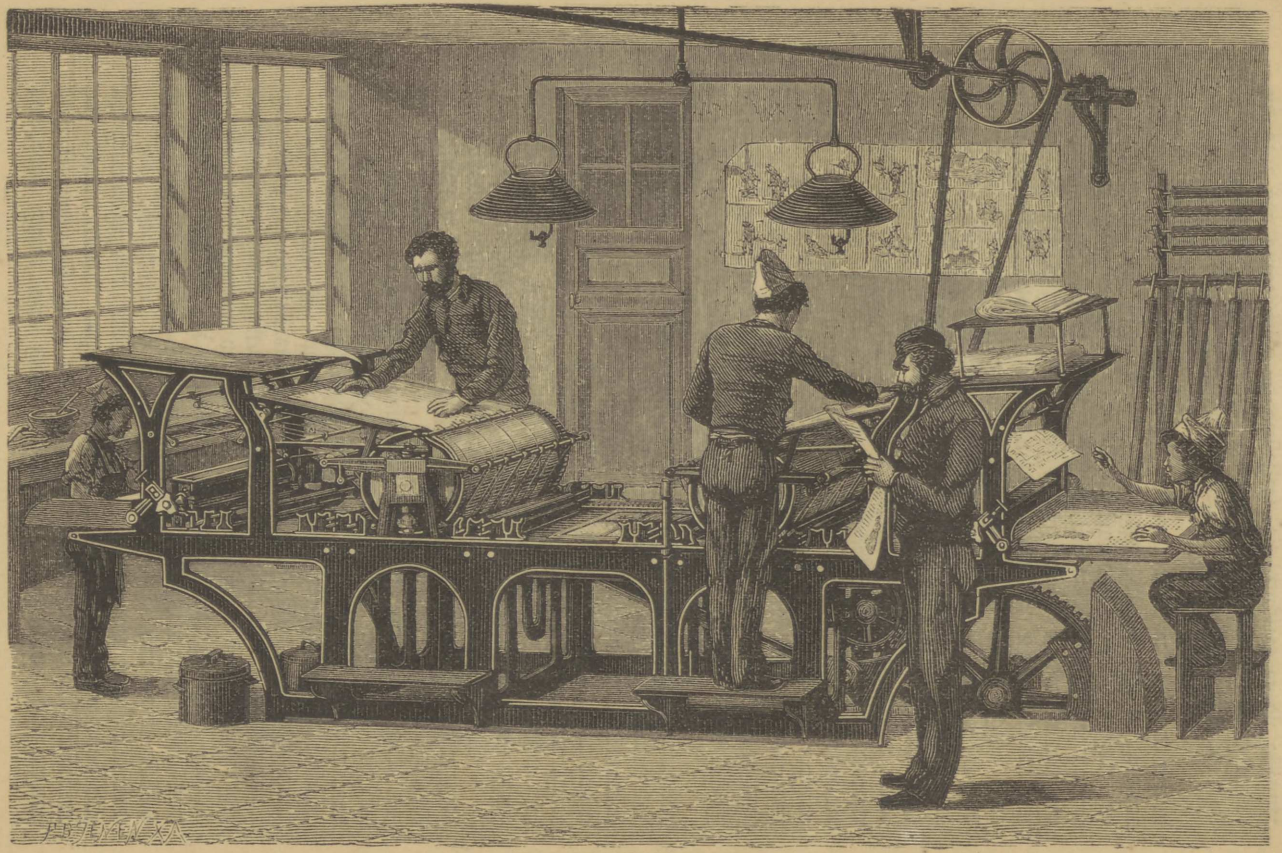

Fig. 13. Dobbeltpresse.

i én Længde paa en egen Valse og skjæres af Maskinen efter Trykningen op i passende Størrelse. Man anvendte til dette Øiemed først Typer af en egen, konisk Form, saaat de ved Sætningen kom til at danne en Cylinderflade; men dette var ikke heldigt. Nu benyttes til saadanne Maskiner Stereotypplader. Naar man til Støbeform anvender Papir (Se Pag. 21), kan man nemlig rulle dette ind paa den indre Flade af en hul Cylinder, hvori anbringes en noget mindre Cylinder. Ved nu at støbe Typemetal ind i Mellemrummet mellem begge Cylindre faar man altsaa en sammenhængende, cylinderdannet Form, som ved Hjælp af Skiver kan befæstes til Satsvalsen.

Naar Trykningen er færdig, børstes og vaskes Formerne rene med Sæbesyderlud, Petroleum eller lignende. Derfra kommer de igjen til Sætteriet, hvor Aflægningen eller Afkastningen sker, det vil sige, man fordeler atter de benyttede Typer til de forskjellige Pultrum, hvor de hører hjemme.

Det meste Arbeide kræver saaledes Sætningen og Aflægningen, og hertil maa benyttes Menneskehjælp. Man har imidlertid konstrueret meget sindrige Maskiner for ogsaa hertil at kunne reducere denne til det mindst mulige. Man har baade Sætte- og Aflæggemaskiner, hvor man som ved Pianofortet trykker paa en Taste for hvert enkelt Bogstav, og Maskinen udfører da selv den øvrige Ordning af Typerne. Baade er imidlertid disse Maskiner temmelig kombinerede, og tillige lider de af den Ulempe, at i Regelen blot en eneste Skriftsort og af en bestemt Størrelse kan benyttes, hvorfor deres Anvendelse bliver meget indskrænket. De har derfor kun faaet lidet Indpas.

Tilslut skal med et Par Ord omtales den i Danmark af Malling Hansen opfundne Skrivekugle. Ved denne er Typerne fæstede til Stempler, som er ordnede som Radier paa en Halvkugle, og som ved at trykkes paa med Fingeren bevæger sig et saa langt Stykke ned, at Typen naar til Kuglens Centrum. Under Stemplerne er paa en Del af en Cylinderflade anbragt det Papir, hvorpaa man vil trykke, over dette lægges et paa Undersiden med Sværte forsynet Papir. Naar man nu presser et Stempel ned, vil dette trykke paa Sværtepapiret og dette igjen paa de berørte Punkter afgive en Del af sin Sværte til det rene Papir. Da nu Stemplet er forsynet med en Type, trykkes denne altsaa af. Ved en egen Mekanisme bevæges Papiret for hvert Stempeltryk et saa langt Stykke til Siden, at det næste Bogstav kommer i passende Afstand fra det foregaaende, ligesom det ogsaa kan flyttes lodret paa denne Bevægelse for hver ny Linie. Ved at lægge flere afvexlende Lag af Sværtepapir og rent Papir, kan paa denne Maade tages flere samtidige Aftryk. Ved Øvelse kan man drive det til med denne Maskine at skrive indtil 25,000 Bogstaver i Timen og dette i flere Aftryk.

III.

Kobber- og Staalstik, Træsnit og Lithografi.

Til Fremstillingen af de utallige Illustrationer, som findes i en hel Del af Nutidens Bøger og den rige Mangfoldighed af trykte Billeder, som nu pryder selv den fattigste Stues Vægge, benytter man sig af forskjellige Midler. Enten graves Tegningen ned i Kobber eller Staalplader, eller den skjæres ud i Træ eller den anbringes paa en ganske særegen Maade paa Sten. Vi vil her ganske kort afhandle hver af disse og begynder med

Kobberstikkunsten. Det eiendommelige ved saavel Kobber- som Staalstikket er, at selve Tegningen og Bogstaverne her nedgraves eller indgraveres i Pladen, Snittene fyldes med Sværte, medens selve Pladens Flader fuldstændig renses derfor, og Overførelsen paa Papiret sker saa ved Presning ved Hjælp af en Valse.

Denne Kunst skriver sig fra Midten af det 15de Aarhundrede og skal være opfunden af en Florentiner Maso Finiguerra. Graveringer i Metal ved alskens Smykker er meget gammel og kan efterspores indtil de ældste Tider. I Middelalderen leverede Guldsmedene i denne Retning særdeles skjønne Sager. De graverede i Guld og Sølv og indlagde Gravuren med sort Emaille. Forat prøve sin Gravur, brugte de at have Sværte i den og støbe dette af i Gips.

Maso Finiguerra var nu en saadan Guldsmed. Han forsøgte at benytte Bogtrykkersværte og anvendte istedetfor Gips vædet Papir. Dette lykkedes nok saa godt, og dermed var den nye Opfindelse gjort. Snart begyndte man, efter en Tid at have forsøgt med Tin, at anvende til Pladerne, hvori Graveringen skede, Kobber, og Kunsten gjorde store Fremskridt en Tid.

Et særdeles stort Opsving skaffede Maleren Albrecht Dürer den, idet han opfandt først at ætse Tegningen ind med Syre, altsaa en kemisk Gravering, hvorved en hel Del Arbeide spares, idet man blot behøver at gaa en Del efter med Haanden for at udbedre mulige Ufuldkommenheder.

Man skaffer sig først en Plade, der er sleben aldeles plan

og poleret med største Omhyggelighed, saaat ikke den mindste Ridse kan sees i den. Derpaa bedækkes Pladen med et ganske tyndt Lag af en Slags Fernis, den saakaldte „Grund," bestaaende af Vox, Beg og Mastix, idet man lægger Pladen paa en Rist over nogle Gløder, forat Grunden kan komme til at flyde let udover. Naar denne er tør, sværtes den over en sodende Flamme. Tegningen overføres herpaa i omvendt Stilling med rød Farve, og Linierne eftergaaes nu med den saakaldte Radernaal, der er en meget spids Staalnaal. Man ridser med denne saa dybt, at det trænger igjennem Grunden og lidt ned i Kobberpladen.

Efterat have fjernet Grunden sker den egentlige Indgravering ved at gaa de fine Rids efter med Gravstiklen. Denne er en liden Staalstang med triangulært Gjennemsnit, og hvis Spids er dannet ved en skraa Afskjæring af den ene Ende. Den anden Ende er fæstet i et Træskaft, som Kobberstikkeren holder inde i den hule Haand. Paa denne Maade fører han nu Stiklen stadig ret fremad, medens han forat faa de krumme Linier dreier paa Pladen, som derfor hviler paa en Sandpude, se Fig. 14.

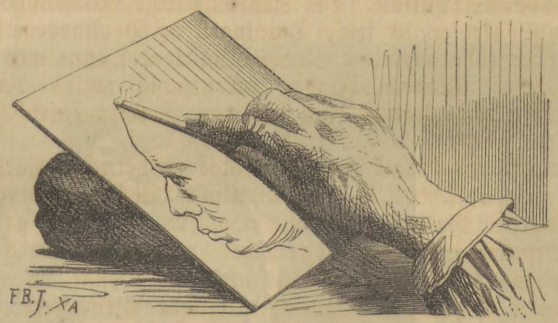

Fig. 14. Gravering med Gravstikkel.

Det er kun sjelden, at man nutildags blot benytter Graveringen. Man ætser næsten altid først Pladen, skjønt man aldrig paa denne Maade erholder saa rene og skarpe Linier. Først bedækkes Pladen med en Grund af samme Slags Fernis som før nævnt. Derpaa raderer man i denne, men behøver nu ikke at trænge ned i Kobberet, blot igjennem Grunden. Pladen omgives derpaa med en liden Kant af Vox, og i det saaledes dannede Bassin hældes fortyndet Saltpetersyre. Syren vil da trænge ned i Ridserne og opløse den underliggende Del af Kobberet, medens den ikke angriber de Dele af Pladen, som er dækket af Fernissen. Man maa herunder være meget omhyggelig, hvis

ikke Arbeidet skal mislykkes. Ætsningen gaar bedst, naar Syren har en Høide af omtrent 1 Tomme over Pladen.

I Regelen maa man for enkelte Partier af Tegningen, der skal være skarpt fremtrædende, gjentage Ætsningen, medens andre Partier derimod er færdige. Ved Landskabsbilleder vil saaledes Himlen og Baggrunden være tilstrækkelig ætsede, medens derimod Forgrunden gjerne tiltrænger denne i stærkere Grad. Man overstryger derfor de færdigætsede Partier med Fernissen opløst i Terpentinolie, lader dette tørre, saaat det danner et af Syren upaavirkeligt Lag og fortsætter derpaa Ætsningen. Dette kan undertiden gjentages flere Gange, oftest maa man tilsidst eftergaa en Del af Tegningen med Gravstiklen.

Naar derpaa Grunden er fjernet, indgnides Sværten, der er sammensat som Bogtrykkersværte, men er noget blødere, i Pladen med en Klud. Med en anden Klud tørrer man derpaa den overflødige Sværte af, saa at alene Tegningens fordybede Linier bliver fyldte. Pladen afpudses yderligere med lidt Kridt og den flade Haand, og nu sker Trykningen. I Regelen opvarmes Pladen ganske svagt, fordi Sværten da lettest baade indgnides i denne og fæster sig til Papiret.

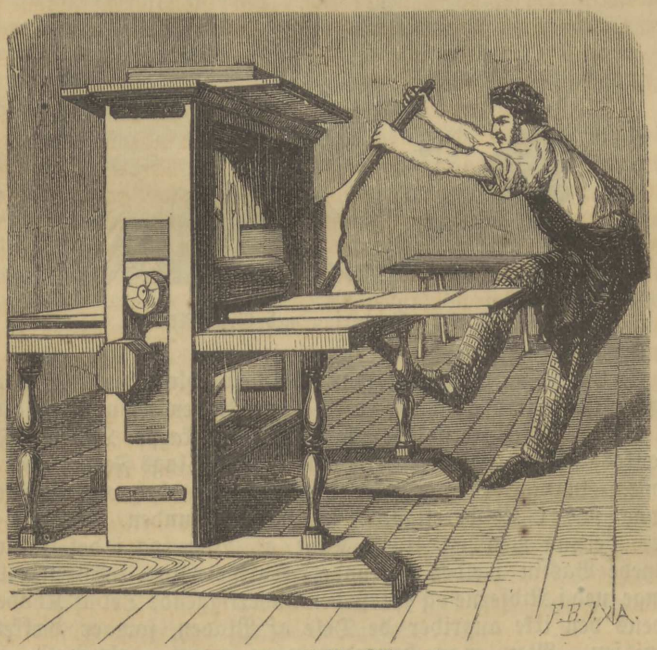

Fig. 15. Kobberstikpresse.

Pressen, Fig. 15, er indrettet saaledes, at Kobberpladen lægges paa et bevægeligt Bord, derover anbringes det fugtede Papir, dækket af 2 a 3 Lag Uldtøi, og bliver nu det Hele ført frem under Pressevalsen ved at dreie denne rundt.

Staalstik. Kobberstikket lider af den Ulempe, at Gravuren efter i det høieste 1500 Aftryk allerede er betydelig slidt*). Man fandt derfor paa i England at benytte Staal istedet herfor. Til denne Ende blødgjøres først Staalpladen til Indgraveringen, hvorpaa den atter, naar denne er færdig, hærdes. Selve Indgraveringen og Ætsningen sker forøvrigt som ved Kobber, kun anvendes en meget svagere Syre, ligesom denne maa holdes i stadig Bevægelse, fordi Staalet ved sin Opløsning udskiller det indeholdte Kul, der ellers vilde blive gjenliggende i Ridsen og hindre Syrens videre Virkning.

Med en Staalplade kan tages Aftryk i tusindvis, ligesom man ogsaa paa mekanisk Vei kan skaffe sig andre Staalplader, der er forsynede med den samme Gravur og fuldstændig ligesaa gode som den oprindelige. Dog kan dette kun ske ved mindre Plader. Man gaar da frem paa følgende Maade: En blødgjort og poleret Staalplade lægges over den hærdede, hvori Tegningen er graveret. Ved Hjælp af et kraftigt Stempel trykkes Gravuren ophøiet og omvendt ind i den blødgjorte Plade, som efter Hærdningen paa samme Maade kan frembringe flere Trykplader aldeles lig den oprindelige. Det er især ved Pengesedler og lignende, at dette anvendes.

Aldeles paa samme Maade bærer man sig ad med at skaffe Former til Mynter og Medailler. Gravøren udarbeider Præget fordybet i et blødgjort Staalstykke; dette hærdes, og hermed stemples nu en hel Del blødgjorte Staalstykker, hvorpaa altsaa Billedet kommer til at staa ophøiet og se ud som paa det færdige Pengestykke. Paa samme Maade skaffer man sig igjen heraf de Former, som benyttes ved selve Prægningen.

I Sammenhæng hermed vil vi kortelig omtale Nodetrykning. Til denne benytter man gjerne Tinplader. I den blankpolerede Plade indridses Linierne med et skarpt Staalinstrument, og de skarpe Kanter glattes med Polerstaalet. Efterat Musikstykket er optegnet indslaaes med Staalstempler Noder og og Bogstaver, medens derimod Nodehalsene, Taktstreger o. s. v. indgraves med Stiklen. Aftrykkene tages som ved Kobberstik.

Træsnit eller Xylografi. Hvad der især udmærker Træsnittene er, at Tegningen her fremstilles ophøiet, Linierne hæver sig op fra Bunden som Bogstavtegnene paa Typerne. Man

*) Man kan dog ved at tage galvanoplastiske Aftryk, hvorom senere, afhjælpe denne Ulempe, idet man ad kemisk Vei skaffer sig saamange Kopier af den oprindelige Plade, som man ønsker.

trykker Træsnittene aldeles som Skriften ved Bøger, det egner sig derfor fortrinlig til Illustrationer, da Træsnitpladen kan sættes ind i Bogtrykkerformen og trykkes samtidig med Texten.

Selve Træskjæringen skriver sig fra de allerældste Tider; saaledes findes allerede de ægyptiske Mumiers Kister rigt smykkede med ophøiede Træskjærerarbeider; men Anvendelse af Træsnit til dermed at trykke Billeder er i Europa først skeet i Begyndelsen af det 15de Aarhundrede og var, som i forrige Afsnit nævnt, en Forløber for Bogtrykkerkunsten.

Som Emne for Træsnittene anvendes den haarde Buxbomved. I Begyndelsen skar man i Plader, der var udkløvede efter Træets Længde, nu anvendes altid Plader skaarne paatvers af Stammen, og man skjærer i Endeved. Herved faar man vistnok blot ganske smaa Plader, men kan sammenføie flere saadanne, naar større Billeder skal fremstilles. Fordelen ved at skjære i Endeved er den, at man faar en mere egal Flade at arbeide i end ved Længdeved, hvor man snart skjærer langs med, snart tversover Fibrene, ligesom de udskaarne Linier da er meget mere holdbare og følgelig taaler langt flere Aftryk.

Buxbompladen høvles, skrabes og afpudses med Smergel, til den bliver ganske jævn og glat; derpaa indgnides den med Zinkhvidt og Gummi, hvorved man frembringer en jævn og ikke sugende Flade for Tegningen. Denne sker med Blyant eller Pen; ofte er det Kunstneren selv, som udfører dette Arbeide, medens Xylografen blot udskjærer de saaledes tegnede Linier, oftest er det dog denne, som overfører Tegningen paa Træet.

Arbeidet sker nu paa den Maade, at Xylografen enten med en liden fin Stikkel med vinkelformet Gjennemsnit eller blot med en skarp Staalspids eftergaar alle de mørke Liniers Begrændsninger, hvorpaa de mellemliggende hvide Partier borttages med grovere Stikler eller for større Partiers Vedkommende med en liden Meisel. I Overgangen fra Skygge til Lys i Billedet maa han skjære lidt af de ophøiede Linier, saa at disse ikke træder saa stærkt frem og altsaa hverken bliver forsynet med saa megen Sværte, som de andre Partier, og heller ikke modtager saa stærkt Tryk under Pressen.

De saaledes udarbeidede Plader sendes til Bogtrykkeren, som indsætter dem paa rette Sted i Formen, og nu trykkes, som nævnt, Text og Billede samtidig i Bogtrykkerpressen.

Tiltrods for Buxbomtræets store Haardhed kan man ikke tage flere end i det Høieste 15 Tusind Aftryk deraf. Hvor der er eller kan blive Tale om meget store Oplag, skaffer man sig derfor ad galvanoplastisk Vei Kopier i Kobber af Træsnittet, og disse Kopier, Klicheer kaldet, kan nu bruges aldeles som det oprindelige Træsnit.

Det er især i vort Aarhundrede, at Xylografien har taget

størst Opsving, og det er forbausende, hvor smukke og virkningsfulde Billeder der paa denne Maade kan fremstilles, hvad enhver daglig kan se i de utallige illustrerede Blade og Bøger, som nu ser Dagens Lys i alle Lande, og som netop derved ofte faar en ganske særegen Interesse. Især ved alle tekniske og videnskabelige Beskrivelser er Billeder en aldeles uundværlig Hjælper, og intet er hertil i Regelen saa vel skikket som Træsnittene. Ogsaa rige Farvetryk fremstilles ofte paa denne Maade; man maa da have en Plade for hver af Billedets Farver, og det gjælder da ved Trykningen nøie at paase, at, naar først den ene Plade med sin Farve er optrykt, den næste med sin særegne Farve kommer til at ligge nøiagtig i den rette Stilling.

Lithografi. Ved Lithograferingen benyttes hverken fordybet eller ophøiet Tegning, det er ad kemisk Vei, at man opnaar, at Sværten blot afsætter sig paa den med en egen Substans paa en Sten anbragte Tegning; ved Presningen afgives nu denne Sværte til Papiret. Den Sten, som anvendes, er en ved Solnhofen i Bayern forekommende egen Art Kalksten, den saakaldte lithografiske Kalksten, der er meget fin og antager en smuk Politur.

Lithografiens Opfinder var en tydsk Skuespillersøn Aloys Senefelder, født 1772. Han studerede en Tid, men opgav snart dette og forsøgte sig en Tid som Skuespiller og dramatisk Forfatter. Nogle af hans Stykker gjorde Lykke og blev trykte; men til de øvrige fandt han ingen Forlægger. Han begyndte da at tænke paa selv at trykke sine Skuespil, men da han ikke besad Midler nok til at kjøbe de nødvendige Typer, forsøgte han en hel Del Maader at udføre sin Trykning paa, og dette var det, som ledede til den værdifulde Opfindelse, som allerede han selv bragte saavidt, at kun faa Forbedringer siden har kunnet føies hertil.

Istedetfor at ætse i de kostbare Kobberplader, som han en Tid havde holdt paa med, fandt han paa hertil at anvende den ovenomtalte Kalksten, men Resultaterne var ikke tilfredsstillende. En Dag havde han skrevet en Notis op paa en saadan finpoleret Sten med den Fernis han brugte til Ætsegrund, og som bestod af Sæbe, Kjønrøg og Vox. Han fandt nu paa at vaske den af med lidt syreholdigt Vand. Stenen blev angreben, men ikke paa de beskrevne Steder, som saaledes kom til at hæve sig lidt op; ved at stryge Stenen over med Sværte kunde han nu trykke. Han anvendte denne Maade til Notetrykning, da den ikke gav tilstrækkelig smukke Aftryk til andet Brug, og traadte i Forbindelse med Komponisten Gleißner. Men det gik ikke videre heldigt for dem, især var det Mangelen af hensigtsmæssig Presse, som voldte dem Bryderi.

Endnu var heller ikke denne Maade, hvad man forstaar ved

Lithografi. Han benyttede for at undgaa at skrive bagvendt paa Stenen den Fremgangsmaade, at han skrev Noderne ned paa et Stykke Papir, der var belagt med en Blanding af Stivelse og Gummi; ved nu at lægge den beskrevne Side af Papiret ned til Stenen og væde Papiret, opløstes dette Belæg, medens derimod selve Skriften blev siddende igjen paa Stenen og naturligvis i bagvendt Stilling. Han mærkede nu ved at fugte et saadant beskrevet Papir i Vand, hvori der var lidt Olie, at Olien afsatte sig paa de fede Skrifttræk, medens det øvrige Papir forblev uberørt af den. Han forsøgte nu, om ikke det samme vilde være Tilfælde med en tynd Sværte, istedetfor Olie. Dette viste sig rigtig, Sværten fæstedes blot ved Skriften. Han anvendte nu dette paa Stenene; han skrev paa dem med en sæbeholdig Sværte, vædede Stenen med Gummivand og sværtede den med Bogtrykkersværte. Denne satte sig kun fast ved de skrevne Træk, medens derimod Stenen selv ikke tog imod Sværten. Ved nu at lægge et svagt fugtet Papir over og gnide dette ind til Stenen, afsatte Sværten sig paa Papiret. Hermed var Lithografien opfunden, og Senefelder kunde begynde at høste nogen Nytte af alt sit Arbeide. Han var imidlertid intet Forretningsmenneske, og det gik uheldigt med flere af hans egne Foretagender, medens hans Kunst hurtig udbredte sig. I Aaret 1810 fik han tilsidst en Post som Trykkeriinspektør i Bayern, og hans Fremtid var saaledes betrygget.

Man gaar nu ved Lithograferingen frem paa følgende Maade. Billedets Konturer overføres gjerne ved Hjælp af et Farvepapir paa Stenen og naturligvis i omvendt Stilling. Derefter bliver denne eftergaaet og Resten af Tegningen udført ved Hjælp af Staalpen, der er meget blød og i Regelen udklippes af Lithografen selv af et tyndt Staalblik, Ridsefjær eller en Pensel og lithografisk Blæk, hvis væsentligste Bestanddel er Sæbe. Man kan ogsaa benytte et hovedsagelig af Sæbe fabrikeret Tegnekridt.

Efterat saaledes Tegningen er overført paa Stenen, overstryges denne med en Opløsning af Gummi, hvortil er sat lidt Saltpetersyre. Det er nødvendigt at tilsætte Syre, fordi Sæben er opløselig i Vand og følgelig vilde i al Fald delvis vaskes bort ved den efterfølgende Vædning. I det man nu sætter Syre til, dekomponeres Sæben, idet Syren forbinder sig med det deri indeholdte Alkali, medens den anden Bestanddel af den, Fedtet, er uopløseligt i Vand og følgelig ikke kan vaskes væk af dette. Efter denne saakaldte Ætsning, hvorved det forøvrigt aldeles ikke er Hensigten at ætse væk noget af Stenen, vaskes denne af, overstrøres nok engang med Gummiopløsning og afvaskes paany. Herved trænger Gummien ned i alle Stenens Porer og kan ikke mere fuldstændig vaskes af. Den tilsættes,

fordi den tjener til ligesom en Svamp at holde paa Vandet, der som før nævnt er nødvendigt, forat ikke ved Indsværtningen ogsaa Sværten skal komme til at hefte ved Stenen. Alt beror altsaa paa den Omstændighed, at Fedt og Vand ingen Forbindelse kan indgaa. Derfor kan ikke Vandet lægge sig paa den med Fedt udførte Tegning, og derfor kan heller ikke den fede Sværte lægge sig paa de vædede Dele af Stenen.

Trykningen sker paa den Maade, at det svagt fugtede Papir lægges over Stenen, hvis Tegning er sværtet, herover lægges en Ramme, hvorpaa er spændt et Stykke Læder; Trykket sker ikke som ellers ved Pres under en Valse, men ved at en egen Indretning gnides henover Læderet, eller at Stenen skyves ind under en saadan Gnider. Man har mange forskjellige Konstruktioner af lithografiske Pressер, hvoraf en er fremstillet i Fig. 16, men de er alle byggede paa dette Princip.

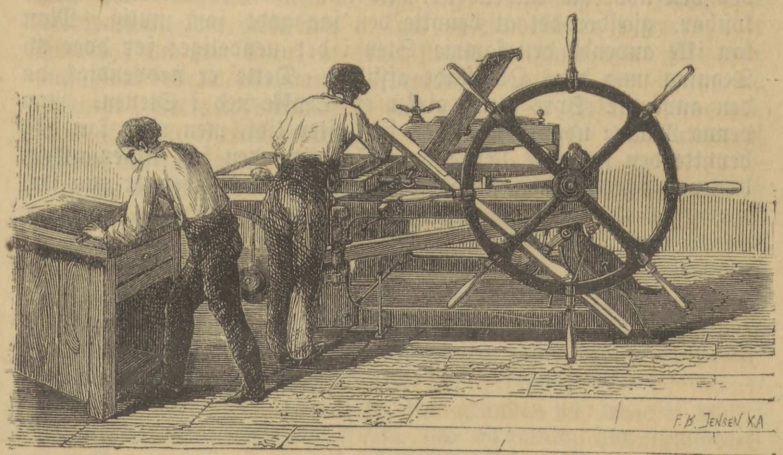

Fig. 16. Lithografisk Presse.

Med det lithografiske Kridt kan man paa denne Vis fremstille Billeder, der har en skuffende Lighed med Sortkridtstegninger. Ved Landkart, Visitkort og lignende gaar man ofte frem paa den Maade, at man først bestryger hele Stenen med Gummiopløsningen, tilsat Syre, derpaa med en Stikkel indgraverer nedi Stenen Skriften, indsmører denne godt med en fed Farve, saaat Stregerne er ganske fyldte, og lader denne tørre. Man kan da behandle dem som ellers og faar særdeles fine Aftryk frem.

Ofte anvendes Lithografien til at tage hurtige Aftryk af haandskrevne Sager. Man skriver da paa et med et Klisterlag

dækket Papir med et fæbeholdigt Blæk eller almindeligt Tusch. Man fugter Bagsiden af Papiret, lægger den skrevne Side ned paa Stenen og ved at lade denne gaa gjennem Pressen, heftes Skriften til den, Papiret løses af med Vand, saaat blot Skriften bliver staaende igjen, og man gaar nu frem som almindelig.

Farvetryk anvendes særdeles hyppig af Lithograferne til Etiketter, Glansbilleder, Billedbøger o. s. v., ja man gjengiver ogsaa hele store Aqvareller og endog Oliemalerier paa denne Maade. Man maa da naturligvis ogsaa her have en særskilt Sten til hver Farve. Olietryksbillederne udføres gjerne paa almindeligt Malerlærred, der først grundes som ved Malerier. Glansen tilveiebringes tilsidst ved Fernisering. Allerede Senefelder fabrikerede særdeles smukke Oliefarvetryk.

Man har forsøgt at anvende Zink og andre Metaller og Stene istedetfor Solnhoferstenen, men det er kun i ganske faa Tilfælde, at disse kan bruges. Da imidlertid Lithografstenen ved den udbredte Anvendelse, den har faaet, er bleven særdeles kostbar, gjælder det at benytte den saa godt som mulig. Man kan ikke anvende den samme Sten i det uendelige; for hver ny Tegning maa dens Overflade afslibes. Dette er nødvendigt, da den anvendte Syre altid virker et Stykke ned i Stenen. Paa denne Maade udnyttes Stenen lidt efter lidt, men man kan dog benytte den særdeles længe og tilslut kitte den fast til en anden, hvorved den godtsom fuldstændig kan opslides uden at gaa itu.

IV.

Lervarerne.

Ler findes i alle Lande og ofte over særdeles vide Strækninger; Ler og Sand danner jo den hovedsagelige Bestanddel af alt dyrkbart eller bevoxet Land paa Jorden. Det er fremkommet mest ved mekanisk Sønderdeling og Slemning af forskjellige Feldspatbergarter, Lerskifre o. lgn. Det besidder i større eller mindre Grad den Evne, at det i fugtig Tilstand lader sig danne med Haanden til allehaande Former og antager ved Brænding Fasthed. Dette i Forbindelse med dets store Udbredelse er det, som gjør det i saa fortrinlig Grad skikket til Fabrikation af alskens Kar og andre Gjenstande.

Da Leret ligger saa nær for Haanden godtsom overalt, og da dets omtalte væsentligste Egenskaber var saa lette at opdage, indsees det, at det allerede i Menneskeslægtens Barndom maatte finde Anvendelse, hvad der ogsaa ved Forskning noksom er godtgjort. Hos Homer og i Mosebøgerne omtales Lervarer, og de gamle ægyptiske Overleveringer viser os Pottemagere i Arbeide; ja, man har fra Gravninger i Ægypten villet bevise, at Fabrikation af Pottemagervarer her skulle have foregaaet for 10—30,000 Aar siden. Disse Beregninger, der grunder sig paa, at man i meget store Dyb i Nilens Delta ved Gravning har fremhentet Potteskaar, er vistnok medrette af mange erklærede for urigtige; men under enhver Omstændighed er Lervarefabrikationen ældgammel.

Man naaede ogsaa særdeles langt i sin Kunst. Mange gamle Grave viser Urner og Krukker af en forbausende Skjønhed, og de gamle græske Kars Formfuldendthed og skjønne Udstyr beundres og efterlignes den Dag i Dag. Kina og Japan har i umindelige Tider forbauset ved sit glasserede Porcelæns Finhed og Renhed. Men langt vigtigere og uundværligere end disse beundrede og beundringsværdige Kunstsager, hvoraf mange ikke kan opveies med Guld, er de simpleste Lervarer, Murstenen, hvoraf vi bygger vore Huse, Tagstenen, hvormed vi tækker dem, de utallige forskjellige Kjøkkenkar, hvori vi opbevarer eller tilbereder vor Spise.

Leren bestaar hovedsagelig af Kiselsyre og Lerjord, kemisk forbundne; men oftest kommer forskjellige forurensende Bestanddele til, der giver den høist forskjelligt Værd og Anvendelse. Man taler om fedt Ler og magert Ler; det første besidder i høiere Grad end det sidste den Egenskab at kunne formes, det er, som man siger, mere plastisk, og det er federe at føle paa, som ogsaa Benævnelsen angiver.

For at faa den nødvendige Fasthed, maa Leret brændes. Heden, hvormed dette sker, er for de forskjellige Lervarer høist forskjellig, ligesom man indretter sig paa forskjellig Maade ved Brændingen. Da alt Ler krymper sammen ved Tørring og Brænding, og det derved let udsættes for at faa Revner, idet den ydre Skorpe trækker sig hurtigere sammen end de indre Dele, saa maa Brændingen ske med stor Forsigtighed og Heden langsomt tiltage, forat Varen ikke skal spoleres. Det fede Ler, der er finere sønderdelt, tættere og mere vandholdigt end det magre, er derfor i høiere Grad end dette udsat for at revne.

Ved Brændingen mister Leret den Egenskab, som netop gjorde det saa skikket til at formes: det gaar ikke nu mere op i Vand og kan ikke æltes til en Deig, men modstaar tvertimod i særdeles høi Grad Vandets Indflydelse. Ja det bliver i mange Tilfælde endog fuldstændig ugjennemtrængeligt derfor. Undertiden drives Brændingen saavidt, at Massen bliver halvsmeltet og ganske tæt med glasagtigt Brud, til andre Tider er den porøs og Bruddet jordagtigt. Skal de dannede Gjenstande bruges til Opbevaring af Vædsker, maa de sidste derfor overdrages med en vandtæt, glasagtig Hinde eller Glassur, medens dette ikke er nødvendigt med de første. Dog glasseres gjerne ogsaa disse for at faa et smukkere Udseende. Denne Glassur er enten gjennemsigtig eller ugjennemsigtig og bestaar af forskjellige Emner; ofte forsynes Gjenstandene med farvede Tegninger.

Den mest efterspurgte og kostbareste Ler er Kaolin eller Porcelænjord, som er dannet ved Dekomposition af Feldspat. Det er magert og derfor ikke meget plastisk, men det er temmelig rent for fremmede Bestanddele, kun findes der ofte smaa Glimmer- og Kvartskorn, samt udekomponerede Feldspatsmuler i den. Den forekommer paa flere Steder i alle Verdensdele, i Europa saaledes i Sachsen, Baiern, Bøhmen, Frankrig, England og paa Bornholm.

De andre Lerarter, som Pibeler, Pottemagerler, Mergeller m. m. er dannede ved Ødelæggelse af forskjellige Bergarter og derfor gjerne mere forurensede. De fleste indeholder en hel Del Jern, der giver dem en rød Farve efter Brændingen; dette er dog ei Tilfælde med Pibeler, der er jernfrit. Ofte indeholder de meget Kalk, især Mergelleren.

Lervarerne kan efter Beskaffenheden af Bruddet deles i 2

Hovedklasser: Lervarer med jordagtigt Brud og Lervarer med glasagtigt Brud. Til de første kan henregnes: Teglsten eller Mur- og Tagsten, almindelige Pottemagervarer med eller uden Glasur, Kridtpiber, almindelig Fajance og fin Fajance eller Stentøi. Til de med glasagtigt Brud hører: Fritteporcelæn, ægte Porcelæn og Stentøi med Kogsaltglasur. Med Undtagelse af Teglsten, enkelte af de almindelige Pottemagervarer og nogle specielle Porcelænsvarer, forsynes alle med en Glasur.

I det følgende skal kortelig behandles nogle af disse Lervarers Fremstillingsmaade og tildels deres Historie.

Teglsten eller Bygningssten var vel de første Gjenstande af brændt Ler, som Menneskene fremstillede. I enkelte af den hede Zones Lande bruger man ikke at brænde, men blot tørre dem. De fabrikeres af en almindelig udbredt grov Ler, som først bearbeides i egne Møller med Vand for at faa Fugtigheden jævnt fordelt, Klumper ituslaaede og enkelte Forurensninger som Kviste etc. fjernede. Møllerne er ganske simple Trækar, aabne oventil, med en med Jernknive besat, vertikal Axe, som drives rundt, gjerne af en Hest. Den til en Grød blevne Masse kommer ud af en Aabning ved Bunden.

Formningen eller „Strygningen" af Murstenene foregaar enten med Haanden eller en Maskine. I første Tilfælde har Formeren paa et Bord liggende en Lermasse, paa dette sættes Formen, en aflang, firkantet Kasse uden Bund, men med Skillevægge, saaat der dannes 2 eller 3 Rum af Stenens Størrelse. Leret presses heroppi med Haanden, efterat Formen er dyppet i Vand, Stene etc. pilles væk, og det overflødige Ler stryges af. Derpaa bæres Formen hen til et nærliggende Sted, hvor de endnu ganske bløde Stene henlægges til midlertidig Tørring; siden stables de krydsvis op i Rækker og henstaar længe til Lufttørring.

Tagsten dannes af en noget finere bearbeidet Ler enten paa den Maade at man former Leret i en porøs, brændt Lerform svarende til Undersiden af Stenen; denne trækker da temmelig hurtig Vand til sig, saa at Leret bliver nogenlunde tørt; eller ogsaa kjevler man ud en Lerplade og presser den ud paa en Form af Træ.

Man benytter ogsaa mangesteds Maskiner til Formning; disse er indrettede saadan, at de presser den ikke altfor fugtige Lermasse ud gjennem Aabninger ved Bunden af en Cylinder. Aabningens Form er som Gjennemsnittet af den Mur- eller Tagsten, man vil fremstille. Leren kommer altsaa ud som sammenhængende lange Stænger, der efterhvert afskjæres i den rette Længde. Det samme Princip anvendes ved Dannelsen af Drænsrør.

Brændingen sker ofte saa, at man stabler Stenen op med

Mellemrum, derpaa tætter Sider og Tag med Ler, og saa antænder Brændet, der er indlagt i Kanaler nedentil. Herved faaes dog en hel Del uduelig Sten, noget brændes for meget, andet for lidet. Bedre sker Brændingen i egne, dertil indrettede Ovne. I den seneste Tid anvendes gjerne saakaldte Ringovne. Disse bestaar egentlig af en hel Del i Kreds om en eneste Skorsten opførte Ovne, hvor Ilden og den ophedede Luft maa passere gjennem flere af disse, inden den kommer op i Skorstenen, ligesaa bliver den til Ildstedet kommende Luft først ledet gjennem en endnu heb, færdig brændt Ovn, hvorved betydelig Brændebesparing opnaaes. Den røde Farve, som Stenen efter Brændingen har, skriver sig fra den Mængde Jern, som findes i saadan almindelig Ler.

Pottemagervarer forfærdiges af samme Sort Ler omtrent som Teglstenen, men det behandles med større Omhyggelighed, renses bedre for Sten og Trevler, ligesom man maa sørge for, at det hverken er for fedt eller for magert; man blander derfor ofte flere lidt forskjellige Lersorter sammen, eller lidt Sand tilsættes. Ofte lader man Leren i flere Aar henstaa i egne Grave, forat skaffe den den fornødne Plasticitet.

Gjenstandene formes ved Hjælp af en Dreieskive, se Fig. 17.

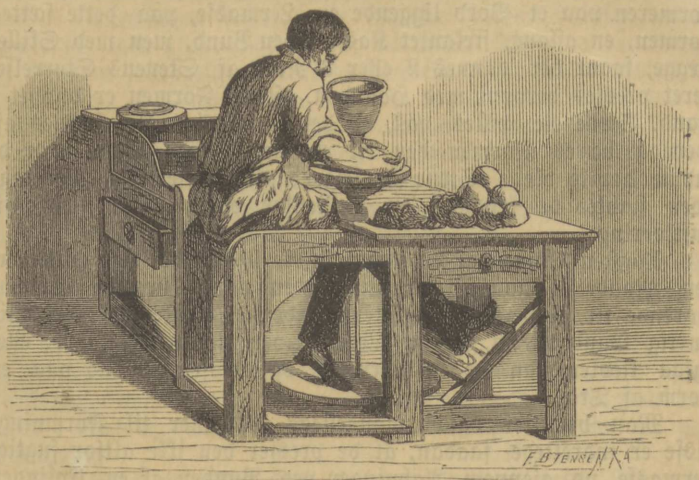

Fig. 17. Pottemagerskive.

Denne bestaar af en større horizontal Træskive, der sættes i omdreiende Bevægelse ved Spark med Foden. Oventil paa samme Axe er der befæstet en anden Skive, der er mindre og befinder sig over et Bord. Paa denne øverste Skive fæster den

paa en Bænk siddende Arbeider en Lerklump, som i Forveien er befriet saa fuldstændig som mulig for Smaasten. Idet nu den nedre Skive med Foden sættes i Bevægelse, formes med Fingrene af Lerklumpen det Kar, man vil fremstille. Det er ganske besynderligt at se, hvordan Karret voxer frem af Klumpen under den øvede Arbeiders Hænder. For at skaffe Karret en glat Flade og den nøiagtige Form benyttes tilsidst oftest en Skablon baade for den indre og ydre Side, hvorpaa Karret skjæres fra Skiven med en Metaltraad. Hanke og lgn. paasættes særskilt, efterat Karret er halvtørret.

Glassuren paa de simple Pottemagervarer bestaar af Sand eller mager Ler og Blyglætte, der enten opslemmes i Vand og paasmøres det lufttørrede Kar eller i tør Tilstand sigtes over Karret, medens dette endnu er noget fugtigt udenpaa. Derpaa indsættes det i horizontale Flammeovne, i hvis ene Ende Ildstedet befinder sig, medens Skorstenen er i den anden; Flammen passerer først igjennem en med Huller forsynet Mur, inden den træffer Karrene.

Skal Glassuren være farvet, tilsættes den forskjellige Metaloxyder, undertiden forsynes Karrene ogsaa med hvide Figurer af Pibeler.

Herhen maa ogsaa regnes en stor Del af de antike Kar fra den gamle ægyptiske, babyloniske, græske og romerske Tid. De er af forskjellig farvet Masse, gul, brunlig, rød, ofte med særdeles rig Ornamentik. Ikke alene Kar saavel til dagligt Brug som til Pryd fabrikeredes, men ogsaa udsmykkede eller forskjellig farvede Lerplader til Belæg af Gulve, Vægge og Murverker, ligesom hele Biblioteker af Lerplader med indristet Skrift er funden i Babylon o. a. St.

Især i Grækenland blomstrede Lervarefabrikationen og bragtes til en endnu ikke overtruffen Høide, hvad Formfuldendthed og smagfuld Ornamentik angaar. Men saa ansaa heller ikke deres dygtigste Billedhuggere det for nedværdigende at beskjæftige sig med denne Kunstgren. Deres Kar var enten af en gulagtig Ler med brune Tegninger, eller røde med Sort, eller ogsaa bedækkedes Karret af en fort, ganske tynd og kun svagt glinsende Glassur, medens Ornamenterne og Tegningerne fremstilledes ved, at Glassuren her sparedes, hvorved Karrets røde Masse i disse traadte frem. I Fig. 18, 19 og 20 er fremstillet nogle gamle græske Krukker.

Romerne naaede i ingen Henseende Grækerne, men ogsaa hos dem stod Lergodstilvirkningen paa et høit Trin. De gamle Ægyptere kjendte godt til Anvendelsen af Metaloxyder som farvende Bestanddel i Glassuren, der selv bestod af Sand og Soda, som ved Sammensmeltning danner et Slags Glas.

Fig. 18.

Fig. 19.

Antike græske Kar.

Fig. 20.

Fajance. Denne Vare skiller sig fra den foregaaende væsentlig deri, at den brændes to Gange, samt i den Glassur, man anvender. Denne bestaar af Kvarts og Blyoxyd hovedsagelig, hvortil sættes Kogsalt, Soda, Feldspat, Kridt, Porcelænsskaar, Glas o. lgn. Heraf faaes en gjennemsigtig Glassur. Hvis man imidlertid, hvad der er det almindeligste, vil have en gjennemsigtig, skinnende hvid Glassur, maa man istedetfor Blyoxyd anvende en Blanding af Bly- og Tinoxyd.

Materialet er et muligst jernfrit Ler og finmalet Kvarts eller fin Sand. For at faa Massen fin og plastisk skjæres Lerstykkerne op i Skiver og knades atter sammen, eller de presses i egne Maskiner under stærkt Tryk. Gjenstandene dannes nu enten paa Dreieskive eller i Gipsformer. I sidste Tilfælde kjævles ud Lerplader, der med en Svamp trykkes tæt ind til Gipsformen, som ofte maa være i flere Dele forat faa Gjenstanden ud igjen. Alle Ujevnheder og Grader paa Ydersiden efter Formdelene pudses siden af med en Svamp, og fremstaaende Dele som Tud, Hanker etc. tilsættes senere efter at være formet paa samme Maner.

Gjenstandene anbringes i Kapsler af ildfast Ler, som derefter sættes ind i Ovnen, hvori Raabrændingen foregaar. Heden er stærk, og Fajancen bliver derved haard og klingende.

Glassuremnerne smeltes sammen, males fint og opslemmes i Vand til en tynd Vælling, hvori de raabrændte Gjenstande dyppes. Derpaa kommer Finbrændingen, der ikke drives videre, end til at Glassuren fuldstændig er smeltet. Til Farver anvendes forskjellige Metaloxyder, der enten blandes i Glassurmassen, eller ogsaa kan man med megen Virkning fremstille forskjelligfarvede Tegninger ved at bemale den med Glassurmassen overdragne, men endnu ikke finbrændte Gjenstand. Farven smelter da sammen med Glassuren.

Fajanceovne eller, som de hos os oftest kaldes, „Svenskeovne" bestaar af saadan Fajance dækket med en ugjennemsigtig, hvid Tinglassur; ogsaa disses Plader saavelsom deres Ornamenter formes nu gjerne i Gips.

Allerede de gamle Persere og efter dem Arberne forstod at fabrikere smukke Fajancevarer. Araberne bragte Kunsten med sig til Spanien, og ved dette Lands Erobring af Maurerne kom den i disses Hænder, der drev den til en betydelig Høide. I Fig. 21 og 22 er fremstillet et Par saadanne gamle arabiske Fajancekrukker. De anvendte farvede Glassurer med megen Virkning, især efterat de havde fundet paa at dække Lerets mindre smukke gule eller rødlige Farve med en ugjennemsigtig hvid Tinglassur. Slottet Alhambra bærer rige Vidnesbyrd om denne Maurernes Kunstfærdighed, men denne forfaldt igjen i Spanien ved deres Udjagelse i det 16de Aarh.

Fig. 21.

Fig. 22.

Arabiske Fajancekrukker.

I Italien forarbeidedes en lignende Vare, der her kaldtes Majolika, et Navn, der udledes af Majorka, og som tyder paa, at Italienerne rimeligvis har faaet sin Kundskab fra Maurere paa de baleariske Øer. I Særdeleshed gjorde sig her for-

Fig. 23. Italiensk Majolika.

Fig. 24. Italiensk Majolika.

tjent Billedhuggeren Lucca della Robbia i det 15de Aarh. Det var især Billedhuggerarbeider, som han fremstillede og bedækkede med en usædvanlig skjøn Tinglassur, Bunden var gjerne blaa eller grøn og Figurerne hvide. I Florenz og Faenza, hvorfra Navnet Fajance skal stamme, tilvirkedes ogsaa særdeles smukke Varer.

Ogsaa i andre Lande fremstilledes mer eller mindre udmærket Fajancegods. I Frankrig er saaledes især Nevers og Rouen blevne bekjendte herfor. Især bekjendt gjorde sig i dette Land Bernard Palissy, der, endnu inden Kunsten var naaet did fra Italien, i Begyndelsen af det 16de Aarhundrede fik istand en Fajancefabrik efter utrolige Gjenvordigheder. Han frembragte her Gjenstande af en usædvanlig Skjønhed, og som i den seneste Tid har fundet Efterligning i de efter ham opkaldte Palissyvarer.

Han fødtes omkring 1500 af fattige Forældre, tog ud i 18 Aars Alderen og ernærede sig som Glasarbeider og Glasmaler. Han benyttede sin Fritid til at samle sig Kundskaber af alle Slags, tegnede flittig og kopierede mange af de store italienske Mesteres Arbeider. Foruden i Frankrig reiste han ogsaa om i Flandern og Tydskland, men efterat være bleven gift bosatte han sig i Saintes som Glasmaler.

Her var det han begyndte at spekulere paa at udfinde en smuk Glassur for Lervarer. Han kjendte ikke det mindste til Glassurens Sammensætning, og han maatte derfor foretage en

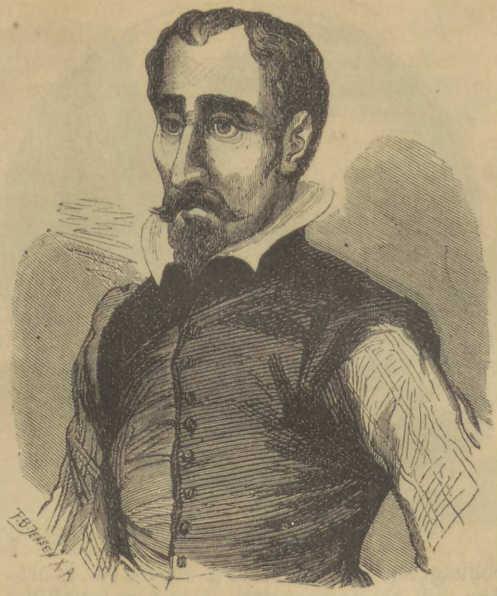

Fig. 25. Bernard Palissy.

Mængde mislykkede Forsøg, inden han blot fik Begreb om, hvad Slags Emner der skulde til. Sine Lerstykker fik han brændte hos Pottemagere i Omegnen eller i egne af ham selv opførte Ovne. Men at skaffe en smuk, hvid, ugjennemsigtig Glassur kostede ham især lang Tid, store Udgifter, Ærgrelser og søvnløse Nætter. Endelig blev et af hans Stykker bedækket af en vakker, hvid Glassur, men endnu havde han mange Vanskeligheder at overvinde. Han opførte en ny Ovn, som han selv byggede fra først til sidst; den lignede Glassmeltningsovne. Men nu var alle hans Penge opbrugte, og da efter sex Dages Ophedning alligevel ikke Glassurerne var smeltede, stod han fuldstændig blottet for Midler til videre Forsøg; hans Hustru og hendes Slægtninger gjorde ham bitre Bebreidelser, men han fortvivlede ikke.

Af en Ven fik han et Laan, hvorpaa han igjen gav sig ifærd med at finde Tilsatser, der kunde gjøre Glassuren mere letsmeltelig og begyndte paany at ophede Ovnen. Brændet opbrugtes, inden Glassuren var smeltet, han havde intet at kjøbe for og greb til den fortvivlede Udvei at benytte Gjærderne, Gulvet i sit Hus, ja tilsidst maatte han endog tage sine Møbler tilhjælp; Hustru og Børn løb fortvivlede sin Vei. Men Forsøget lykkedes. Karrene var overdragne med en hvid Glassur.

Nu gik han videre, han antog en Lerarbeider i Tjeneste, tilberedede forskjellige Kar, som han selv bemalede og opbyggede en ny Ovn. Men dette Forsøg, hvoraf han havde lovet sig saa meget, mislykkedes igjen, thi Glassuren var bleven bedækket af en hel Del Smaastykker fra Ovnsvæggene. Han var nu nær ved at fortvivle, men fattede nyt Mod og gjorde atter et Forsøg, som imidlertid heller ikke faldt gunstigt ud, da Glassuren skadedes af Aske fra Ophedningen. Nu fandt han paa at benytte ildfaste Lerkapsler, hvori han indsatte sine Gjenstande, og siden blev Udfaldene gunstigere, og han begyndte nu efter 16 Aars Forsøg at se Frugter af sit Arbeide, og hans Formuesomstændigheder forbedredes.

Under Religionsforfølgelserne blev han som Protestant dømt til Baalet, men en Benaadningsordre blev udvirket, og han kaldtes til Paris, oprettede under Beskyttelse af Katharina af Medici og Kongen et Værksted og begyndte nu for Alvor at arbeide videre paa sin Kunst. Han udførte her sine bedste Arbeider. Det var Kar, forsynede med Tinglassur og udsmykkede med ophøiede Figurer, fremstillende Fiske, Krybdyr, Snegler m. m., der var særdeles smukt og naturtro farvede. I Fig. 26 og 27 er to saadanne Arbeider afbildede.

Han gjorde sig ogsaa bekjendt som en dygtig Videnskabsmand, holdt meget besøgte Forelæsninger over Naturhistorie og Fysik og skrev Bøger om disse og andre Emner. Han blev dog paany paa Grund af sine religiøse Meninger fængslet og sad i

Fig. 26. Fajancefad af Palissy.

Fig. 27.

Bastillen, indtil Døden et Par Aar efter i 1589 udfriede ham derfra. Han modtog her Besøg af Henrik III, der vilde forsøge at faa ham til at afsværge sin Tro og sagde, at han ikke kunde redde ham mere, da han selv af Guiserne ellers blev tvungen til at lade ham dømme. Men Palissy svarede: „Jeg er beredt til at ofre Resten af mit Liv til Guds Ære. I siger, at I har Medlidenhed med mig, men det er meget mere jeg, som har Medlidenhed med Eder, der kan sige, at I tvinges. Det er ikke at tale en Konge værdigt, og det er Ord, som hverken I, Guiserne eller Eders Folk nogensinde skal faa mig til at udtale. Jeg er beredt til at dø." Han slap dog for Henrettelsen.

Efter Palissys Død fortsattes vistnok hans Arbeider af andre, men Kunsten forfaldt lidt efter lidt.

I Delft i Holland var ogsaa paa samme Tid en hel Del ansеede Fajancefabriker i Virksomhed.

Stentøi eller fin Fajance kaldes en Lervare, der især fabrikeres i England i store Masser, og som danner Overgangen til Lergods med glasagtigt Brud. Hovedmaterialet er en særdeles ren Ler, der brænder sig hvid, hertil sættes noget Kaolin, finmalet Kvarts eller Flint og enten Feldspat eller halvforvitret Granit. Det først raabrændte Gods bedækkes siden med en gjennemsigtig Blyglassur.

Leret behandles omhyggelig paa Lermøller og opslemmes gjerne i egne Tromler, hvorpaa man lader det afsætte sig igjen i terrasseformig stillede Kar. Tilslut passerer det gjennem forskjellige Sigt, hvoraf det fineste er af Silke. Flinten eller Kvartsen og Feldspaten maa først knuses og finmales, hvorpaa ogsaa denne passerer Sigteapparater og opslemmes. Bestanddelene blandes derpaa i opslemmet Tilstand, befries fra det overflødige Vand ved Kogning i Stenbassiner eller ved Presning i egne Filtrerpressер, hvorpaa atter Massen passerer endel Møller. Inden man tager den i Brug, lader man den ofte henligge i flere Maaneder i fugtige Grave, hvorved der foregaar en Raadning af endnu iværende organiske Stoffe; efter dette maa den sluttelig behandles med Knadning, Æltning o. s. v.

Formningen sker som ved almindelig Fajance, idet de tykkere Varer gjerne dreies paa Skive, medens de finere og ikke cirkelformige Sager formes i Gipsformer. Til enkelte Gjenstande, som flade Skaaler og Tallerkener, kan ogsaa anvendes Presning i en Metalform. De paa Skiven fremstillede Sager maa siden afdreies for at faa den rette Form og glat Overflade. Derpaa raabrændes de i ildfaste Kapsler, som indsættes i store, cylindriske Ovne, hvor Temperaturen stiger til omtr. 1300° C.

Glassuren bestaar af saakaldet Fritte (til et Glas sammensmeltet Borax, Feldspat, Kridt og lidt Soda og Salpeter), hvortil sættes Blyhvidt, Flint og noget Flinteglas. Hver af disse Emner finmales paa Kværne, sigtes og opslemmes i Vand til en Vælling, hvori Karrene dyppes; Vandet trænger indi, og Glassurmaterialet bliver som et tyndt Belæg liggende udenpaa.

Glassurbrændingen sker derpaa i glasserede, ildfaste Lerkapsler. Fladere Gjenstande som Tallerkener sættes op paa hverandre med et Kors af ildfast Ler med 3 baade oventil og nedentil spidse Fødder, saaat de enkelte Gjenstande ikke kommer i umiddelbar Berørelse, ved hvilken de ellers vilde smelte sammen. Temperaturen er ved Glassurbrændingen ikke fuldt saa høi som ved Raabrændingen, ved hvilken Heden drives saa vidt, at Massen sintrer tæt sammen og undertiden næsten halvsmelter. Til de fineste Varer sættes for at faa en smuk Farve ofte blaa Smalte enten til Massen eller Glassuren.

Gjenstandene forsires paa forskjellig Vis, enten ved Trykning eller ved Malning, Forgyldning o. s. v., hvorom mere siden.

Det er især i England, at Stentøifabrikationen er dreven til en umaadelig Høide. Man har her ogsaa mange Betingelser herfor, ypperlige og mangfoldige Lerslags, let og billig Adgang til Brændmateriale m. m. Det er især Englænderen Josiah Wedgewood, der har gjort sig bekjendt ved en hel Del forskjellige og epokegjørende Opfindelser i denne Retning i Aarene 1750—95. Vi kan her kun nævne nogle af Navnene paa de forskjellige

Varer, han opfandt og fremstillede: queens ware (hvidt), jasper ware (hvidt), basalt (sort), bamboo ware (gulagtig), endvidere en Biskuitmasse til Figurer m. m. Han indførte ogsaa en Mængde Forbedringer i den tekniske Behandling, oprettede flere Fabriker, hvoriblandt Etruria var den fornemste.

Kridtpiber fabrikeres især i Holland i uhyre Masser. Materialet herfor er ublandet Pibeler, der paa Grund af sin fuldstændige Frihed for Jern brænder sig hvidt. Den renses som ved Pottemagervarer og hamres til den bliver fri for Luftblærer. Røret dannes enten ved Rulning med Haanden eller ved Presning og gjennembores med en oliet Metaltraad. Det lægges derpaa med en Lerklump paa den mod Hovedet vendende Ende ned i en Form, der ikke alene omfatter Røret, men ogsaa har Formen for Hovedet. Med en saakaldet „Munk", en Form, svarende til Hovedets indre Hulning, formes derpaa Hovedet, hvorpaa Rørhullet bores helt igjennem og Traaden trækkes ud. Piberne brændes derpaa i lukkede Kasser, hvori de lægges krydsvis. Den klæbende Egenskab borttages fra Rørets Ende enten ved at lakke den eller paasmøre en Fernis af Vox og Gummi eller ved at dyppe en brændt Pibe ned i en Lervælling og pudse den af med en Uldklud.

Ildfaste Sten og mange Smeltedigler fabrikeres af en Blanding af raa ildfast Ler og brændt ildfast Ler; de faar herved en stor Ildbestandighed og taaler særdeles godt pludselige Temperaturvexlinger. Til Passauerdigler sættes Grafit, til hessiske Digler bruges god ildfast Ler tilsat grov, hvid Kvartssand.

Porcelæn. Allerede 200 Aar omtrent f. Kr. blev Porcelænet opfundet i Kina, men først 400 Aar senere begyndte man der at pryde det med Farver. Fra Kina kom det til Korea og Japan og opnaaede i det sidste Land kanske endnu større Udvikling baade i teknisk Henseende og i Farvernes Renhed og smagfulde Sammenstilling. Porcelænstilvirkningen skal for omtrent 40 Aar siden have beskæftiget Indbyggerne af ikke mindre end 57 Byer i Kina. At allerede i meget gamle Tider Porcelænet var meget udbredt, viser nokſom det med Plader heraf dækkede, bekjendte Taarn i Nanking, der var 268 Fod høit. I Fig. 28 er afbildet en kinesisk Krukke af Porcelæn, og i Fig. 29 en anden fra Japan.

Først i Begyndelsen af det 16de Aarh. blev kinesisk Porcelæn en almindeligere Handelsvare i Europa, hvor det skattedes særdeles høit, og hvor man nu paa alle Kanter forsøgte at fremstille samme Lervare. Tildels lykkedes det ogsaa paa enkelte Steder at faa frem nærmest et Slags Glas, der lignede Porcelæn.

Opfinderen af det virkelige Porcelæn i Europa var Tydskeren Johan Friedrich Böttiger, født 1685. Som Gut kom

Fig. 28. Krukke af Porcelæn fra Kina.

han i Lære paa et Apothek i Berlin, hvor han ivrig gav sig af med kemiske Forsøg, men kom derved ind paa Guldmageri. Fredrik den 1ste, der hørte ham omtale som Alkymist, gav ham Understøttelse til at fortsætte Forsøgene, men da der intet kom ud heraf, blev han vred, og Böttiger rømte til Sachsen, hvor imidlertid Fredrik fik fat i ham og fængslede ham. Kurfyrst August af Sachsen befriede ham vistnok, men holdt ham istedet selv i Forvaring, først i Wittenberg, siden i Dresden, hvor

Fig. 29. Krukke af Porcelæn fra Japan.

Kemikeren von Tschirnhausen fik det Opdrag at passe paa ham og hans Arbeider i Guldmageri.

Tschirnhausen havde før syslet med Lervarefabrikation, og da nogle af de Digler, som de dannede til sine Forsøg, viste sig af særdeles smukt Udseende og Beskaffenhed, begyndte de sammen at spekulere paa Fremstillingen af Porcelæn. De forflyttedes senere til Meissen, derfra til Königstein og saa igjen tilbage til Dresden.

Den største Hemmelighedsfuldhed omgav deres Forsøg, selv blev de holdte saagodtsom i Fangenskab, og deres Arbeidere var med Ed forpligtede til intet at røbe. Tschirnhausen døde 1707, men de var da allerede komne saa vidt, at Böttiger samme Aar lykkedes at fremstille saakaldet rødt Porcelæn, der vistnok blot var en Art Stentøi, men dog meget smukt. Efterat Forsøgsbrændingerne, der varede i flere Døgn, hvori Böttiger personlig var tilstede og holdt Liv i Arbeiderne ved sine vittige Samtaler og kvikke Fortællinger, var lykkedes, begyndte man at fremstille denne Vare i større Mængde og dekorerede den med forskjellig farvede Tegninger.

Anledningen til Opdagelsen af det virkelige, hvide Porcelæn fortælles saaledes. En Jernverkseier i Sachsen havde ved Aue nær Schneeberg opdaget en hvid, melagtig Ler, som han bragte i Handelen som Pudder. Böttiger havde faaet af dette til sin Paryk og fandt paa at tilblande det i sin Masse. Leret var Kaolin, og Udfaldet af Forsøget blev derfor virkeligt Porcelæn. Forsøgene fortsattes og i 1710 oprettedes den første Porcelænsfabrik i Europa i Albrechtsburg i Meissen. Böttiger blev dens Bestyrer, men døde allerede 1719.

Fabriken blomstrede imidlertid fremdeles især under Billedhuggeren Kändler, der begyndte at fremstille Figurer og Grupper i Porcelæn. Fra denne Tid af oprettedes den ene Porcelænsfabrik efter den anden i de europæiske Lande.

Allerede fra 1700 havde man i Frankrige begyndt at fremstille saakaldet Fritteporcelæn, der er en Art tungsmelteligt Glas, bestaaende af Kogsalt, Soda, Salpeter, Gips og Sand sammensmeltet, finmalet og tilsat Kridt og Ler. Den mest bekjendte Fabrik herfor anlagdes ved Sèvres 1756, der kort efter blev overtagen af Ludvig XV.

For at faa Fritten til at hænge saa meget sammen, at den kunde lade sig forme, maatte man tilsætte den Lim eller lignende Bindemidler, ligesom Gjenstandene var tilbøielige til at synke sammen under Brændingen. Alligevel fremstillede man ved Sèvresfabriken ualmindelig smukke Ting, der endnu er i høi Pris; man kalder den „Vieux-Sèvres"-Porcelæn. De omtalte Vanskeligheder bevirkede, at man gjorde uafladelige Forsøg paa at fremstille Porcelæn som det Sachsiske og fik ogsaa kjøbt Hemmeligheden af en Tydsker; men da man endnu ei havde fundet Kaolin i Frankrig, blev den til ingen Nytte, indtil der ved et rent Tilfælde blev opdaget den reneste Kaolin nær Limoges. I 1769 lykkedes det derpaa at fremstille ægte Porcelæn og snart overstraalede Sèvresporcelænet det tydske saavel i ædle Former som smuk Dekoration (se Fig. 30); flere sjeldent vakre Farver blev ogsaa opfundne her. Sèvres staar nu høiest i Rang af alle Porcelænsfabriker.

Fig. 30. Vase af Sèvres Porcelæn.

Porcelænsmassen er hovedsagelig Kaolin, der ofte tilsættes fin Sand eller finmalet Kvarts og Kridt. Jo renere Kaolinen er, des smukkere og varigere, men ogsaa mere tungsmelteligt bliver Porcelænet. De enkelte Bestanddele og Massen behandles omtrent som ved Stentøiet, kun gaar man gjerne frem med endnu større Omhyggelighed og lader den fugtige Masse ligge hen i flere Aar i fugtige Huler til Raadning for at give den større Plasticitet. Inden Gjenstandene dannes, bliver endelig Deigen paany bearbeidet med Hænderne, idet man laver Kugler deraf, som slaaes haardt imod et Bord og æltes for at faa Luftblærer bort og ligesaa den graalige Farve, som Massen ved at ligge i Graven har antaget.

Gjenstandenes Formning sker gjerne paa den før beskrevne Dreieskive; men da Massen er lidet plastisk, faar man ikke herved alene et Gods, som strax kan brændes. Man lader

derfor det paa Skiven dannede Gods tørre og dreier det saa af med en Skablon, som vist i Fig. 31.

Det er imidlertid ikke alle Gjenstande eller Dele deraf, som kan dannes paa denne Maade. Man bruger derfor ofte Former. Man dreier da gjerne op en flad, skaalformig Masse, denne lægges paa Formen fra Ydersiden og trykkes ind til denne med en Form, der svarer til Gjenstandens indre Side.

Man anvender ogsaa hyppig til hule Gjenstande og finere Dele en Slags Støbning i porøse Gipsformer. Man hælder nemlig op i disse en tynd Vælling af Porcelænsmasse. Gipsen trækker Fugtigheden til sig og en Del Masse bliver saaledes hængende ved Formen. Efter et Øiebliks Forløb hældes den

Fig. 31. Dreining af en Tallerken.

overflødige Masse ud, og Formen fyldes paany. Herved danner sig et nyt Lag paa det forrige, og saaledes bliver man ved, indtil Tykkelsen er stor nok.

De paa en eller flere af disse Maader dannede Gjenstande tørres langsomt, og derpaa underkastes de en første Brænding i det øverste Rum af Porcelænsovnen. De faar derved en vis Grad af Fasthed, men er altfor porøse endnu til at kunne bruges til flydende Sager, ligesom Overfladen er mat.

Saadan blot én Gang og svagere brændt Porcelæn kaldes Biskuit og anvendes meget til Figurer og Efterligninger af Buster og Billedhuggerverker. I samme Øiemed anvendes saakaldet Parianporcelæn, der foruden Kaolin og Kvarts indeholder en hel Del Feldspat og undertiden forvitret Granit. Det

bliver herved mere letsmelteligt end det ægte Porcelæn og egner sig ved den lidt gulagtige Farvetone, som det ved Brændingen faar, særdeles vel til Efterligning af Marmorfigurer. Heller ikke hertil anvendes naturligvis Glassur, og den faar som Biskuiten blot én Brænding. Glassuren bestaar hovedsagelig af Feldspat, hvortil sættes Kaolin, Kvarts og ofte Kridt; den bestaar altsaa af omtrent det samme som Porcelænsmassen, men i andre Forhold, der gjør den mere letsmeltelig. Den behandles som anført ved de forrige Glassurer, og den anbringes paa Karrene opslemmet i Vand, ved at disse dyppes nedi den.

Derpaa sker Glassurbrændingen i de nederste 2 Etager af den i Fig. 32 afbildede Ovn. De to nederste Rum ophedes ved flere, gjerne 4, Ildsteder for hvert Rum enten med Ved, Stenkul eller Gas, der dannes i saakaldte Generatorer. Heden er i Begyndelsen svag, men stiger lidt efter lidt til en Høide, der ikke alene betydelig overgaar den ved Raabrændingen, men ogsaa den, som bruges ved nogen anden Lervare. Den første Brænding sker, som før nævnt, i det øverste Rum, der intet særskilt Ildsted har, men faar sin Varme fra de underste.

Gjenstandene indsættes i Ovnen omgivne af ildfaste Lerkapsler og maa paa Grund af den store Hede, hvorved Porcelænet halvsmelter og saaledes let vil kaste sig, understøttes bedre, end det ved andre Varer er nødvendigt. Brændingens Fremskriden observeres ved Porcelænsstykker, som ligger inde i Ovnen og kan tages ud gjennem særskilte Aabninger. Den varer gjerne i 36 Timer og derover. Efter denne Glassurbrænding er Glassur- og Porcelænsmasse smeltet fast sammen, og denne sidste selv kommen i en halvsmeltet Tilstand, der gjør den ganske tæt, ugjennemtrængelig for Vædsker, af glasagtigt Brud og halvt gjennemsigtig.

Til Varer med glasagtigt Brud hører ogsaa enkelte med Kogsalt glaserede Stentøisvarer, som Selterskrukker m. m. Ligesaa hører hid hollandske Klinker (stærkt brændte Mursten), enkelte Slags Smeltedigler og ildfaste Stene.

Lervarernes Dekoration er flere Steder i det foregaaende omtalt. Ved Varer med gjennemsigtig Glassur bruger man undertiden at farve hele Massen eller enkelte Dele, idet man sætter Metaloxyder i fint fordelt Tilstand til Massen, eller overdrager enkelte Dele af Gjenstanden med saadan forskjellig farvet Masse. Ofte lægger man et tyndt Lag af farvet Masse over Gjenstanden og ridser Ornamenter ind i dette, saa at den underliggende Grundmasse kommer tilsyne.

De smaa farvede Blomster eller andre Figurer, som ofte sees ophøiede paa Stentøiskopper, formes i Gipsformer af farvet Masse og trykkes paa Karret med lidt Massedeig som Lim. Paa samme Maade anbringes hvide Ornamenter paa farvet Bund. Ogsaa ved Malning med Pensel anbringes ofte hvid

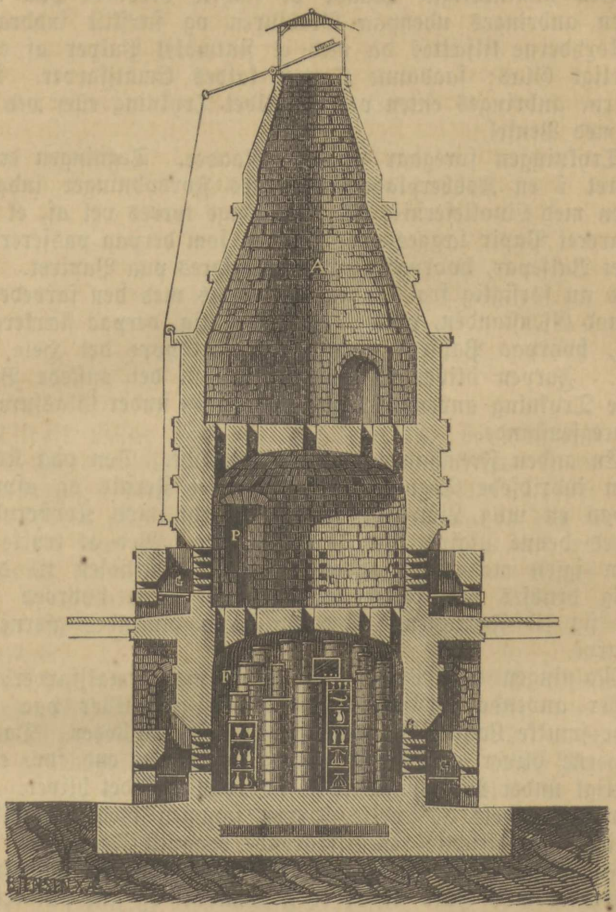

Fig. 32. Ovn til Brænding af Porcelæn.

Masse paa farvet Bund med megen Virkning. Man kan ogsaa frembringe farvede Ornamenter i Massen ved, at der i den færdigdannede Gjenstand, der i saa Tilfælde gjerne er plan, som Væg- og Gulvfliser, findes Fordybninger, som fyldes med farvet Masse, hvoraf det overflødige skrabes bort.

Før er omtalt, at man ofte, især ved Fajance, farver selve Glasuren enten helt og holdent eller delvis med Oxydfarver. Dette kan kun ske ved de mere letsmeltelige Glasurer. Især før brugte man ofte at udføre Malning med Oxydfarver paa den med endnu ubrændt Glasurmasse overdragne Gjenstand.

Den almindeligste Maade at smykke Lervarer paa er, at Farven anbringes udenpaa Glassuren og særskilt indbrændes. Metaloxyderne tilsættes da med et fintmalet Pulver af et letsmelteligt Glas; saadanne Farver kaldes Emaljfarver. Ornamenterne anbringes enten ved saakaldet Trykning eller ved Malning med Pensel.

Trykningen foregaar paa to Maader. Tegningen er indgraveret i en Kobberplade; i dennes Fordybninger indgnides Farven med Linoliefernis, det overflødige tørres vel af, et tyndt præpareret Papir lægges over Pladen, som derpaa passerer gjennem et Valsepar, hvorved Farven overføres paa Papiret. Dette løsnes nu forsigtig fra Pladen og lægges med den farvede Side ind mod Gjenstanden, pressés først forsigtig, derpaa stærkere mod denne, hvorpaa Papiret fjernes ved at dyppe det Hele ned i Vand. Farven bliver siddende igjen som det ønskede Billede. Denne Trykning anvendes ogsaa undertiden under Glassuren ved Fajancegjenstande.

En anden Fremgangsmaade er følgende. Den paa Kobberpladen indridsede Tegning indgnides med Fernis og afpudses, hvorpaa en myg Limplade trykkes haardt imod Kobberpladen, hvorved denne afgiver sin Fernis til hin. Ved at trykke Limpladen igjen mod Gjenstanden overføres Fernissen til denne; endelig drysses tør, pulveriseret Farve over, hvorved denne hefter sig til Fernissen. Ved Trykning anvendes gjerne blot én Farve.

Malningen med Pensel sker ogsaa med Emaljfarver; man kan her anvende forskjellige Farver og fremstiller paa denne Maade smukke Landskabs-, Blomster- og Figurbilleder. Da Farven gjerne bliver anderledes efter Brændingen end før, er det vanskeligt under Malningen at se, hvordan Billedet bliver. Man bruger derfor dels at smelte Farven sammen med Flusmidlet i Forveien, dels tilsættes en tilsvarende organisk Farve.

Forgyldning anbringes paa samme Maade, idet man maler eller trykker med Guld, tilsat et Flusmiddel og fint pulveriseret, eller ogsaa med en kemisk Guldforbindelse, hvoraf Guldet derpaa udfældes. Efter Brændingen poleres Guldet med et Agatstykke eller et Polerstaal. Til Forsølvning bruges paa samme Maade Sølv eller Platina. Det er især Porcelæn, som dekoreres paa disse Maader, og Porcelænsmaleriet er oftest en egen Erhvervsgren, der ikke er knyttet til selve Fabrikationsstedet.

V.

Glasset.

Tildels endog før den historiske Tid har Glasset været kjendt; thi man finder allerede i Broncealderens Grave sorte Perler deraf. Dette er heller ikke saa besynderligt, thi under Fremstillingen af Jern og Bronce danner sig af den Kiselsyre og Lerjord, som medfølger Ertserne eller tilsættes dem ved deres Smeltning, en Slag, som ikke er andet end en Slags Glas, farvet af Jernets, Kobberets og Manganets Oxyder. Glas maatte altsaa fremkomme ved disse gamle Folkeslags Broncesmeltninger.

Fra den ældste historiske Tid nævnes det hyppig; det omtales saaledes i Bibelen; og at Ægypterne allerede i den graa Oldtid forstod at fabrikere baade farveløst og farvet Glas, ja endog at forme og forgylde det, viser de Smykker af dette Materiale, hvormed flere af Mumierne fra Memfis og Theben er prydede. Aar 370 f. Kr. omtaler Theofrast fønikiske Glasarbeidere, og ogsaa Romerne har havt saadanne 200 Aar f. Kr. Plinius omtaler en Del Detailler angaaende denne gamle Fabrikationsmaade, og omtrent 200 Aar eft. Kr. var der i Rom saamange Glaspustere, at man henviste dem til et eget Kvarter af Byen.

Kunsten at blæse Glas udbredte sig ogsaa meget tidlig videre til Spanien og de Gamles Gallien. Den gik imidlertid senere for største Delen igjen tilgrunde i Europa, og de første Glasværker her i den senere Tid oprettedes i Venedig under Ledelse af arabiske Arbeidere. Denne By blev snart berømt for sine ædle og fintformede samt kunstig udsmykkede Varer. I Fig. 33 er afbildet et gammelt venetiansk Glas. Her opdagedes den Kunst at fortinne Glas, hvorved de fremstillede Speile, og fra Venedig forsynedes en Tid hele Europa med denne Vare. Indtil da havde man kun benyttet en blankpoleret Plade enten af Sølv eller et andet Metal.

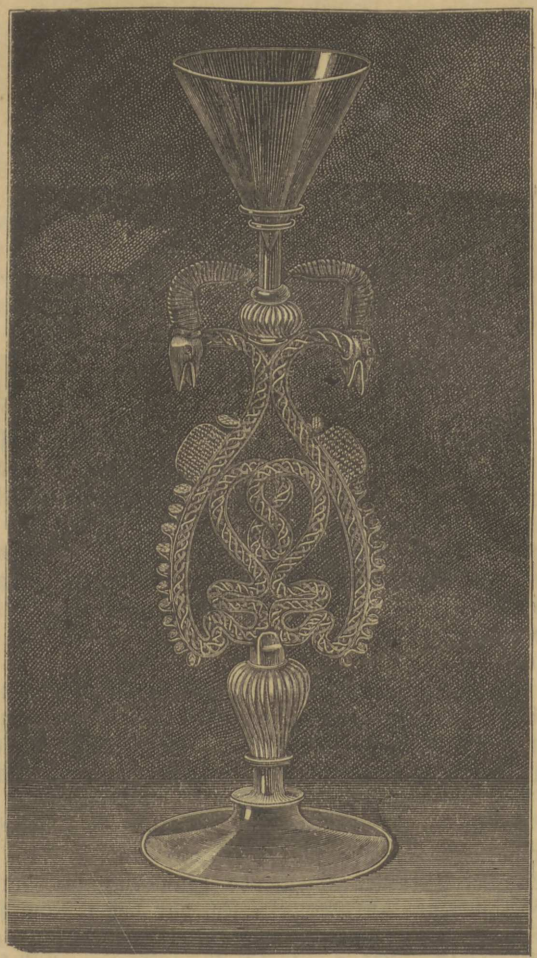

Fig. 33. Venetianst Glas.

Kunsten at forme og gravere Glasset og saaledes frembringe virkelige Smykkegjenstande siges at være opfundet af en Tydsker, Kaspar Lehmann; den havde dog, som nævnt, allerede været kjendt i Oldtiden.

Glasmassens Bestanddele og Smeltning. Ved Glas forstaar man et Produkt, som faaes ved Sammensmeltning af Kiselsyre med et eller flere Alkalier eller Jordarter samt ofte et Metaloxyd. Det er en amorf (ukrystalliseret) Masse, der enten

er farvet eller vandklar, men altid gjennemsigtig. Hvis Massen er ugjennemsigtig, benævnes den Emaille.

Kiselsyre er altid tilstede og tilsættes enten som Sand eller ved de fineste Glassorter som pulveriseret Kvarts eller Flint. De andre Stoffe, som tilsættes, er Soda (kulsurt Natron) eller Kogsalt (Klornatrium), Potaske (kulsurt Kali) eller Salpeter (salpetersurt Kali), Kalk, Lerjord og Blyoxyd. Ved Smeltningen undviger Kulsyren eller Kloret, og der danner sig isteden kiselsure Forbindelser.

Eftersom den ene eller anden Sort af de ovenfor nævnte Stoffe tilsættes, faar Glasset forskjellige Egenskaber, og man taler derfor om Kaliglas, Natronglas, Blyglas o. s. v. Bruges Natron faaes et noget grønligt, men stærkere glindsende Glas end med Kali. Natronglasset er det almindeligst brugte, da det falder billigst; Farven kan tildels i alle Fald fjernes ved

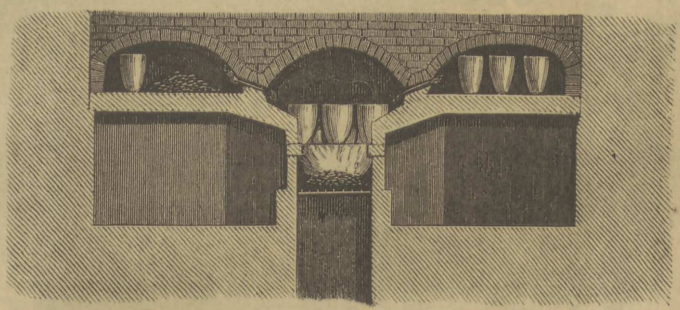

Fig. 34. Vertikalsnit af en Glassmeltningsovn.

Tilsætning af et eller andet Affarvningsemne. Kalk og Kiselsyre alene danner et stærktglindsende, fuldkommen farveløst Glas, men da det er meget tungsmelteligt, tilsættes altid Alkalier eller Blyoxyd. Blyoxyd gjør Glasset letsmelteligt og giver det en stærk Straalebrydningsevne, men tillige gjerne et svagt gult Skjær.

Glasset smeltes i Digler af ildfast Ler, der stilles i Kreds i en Ovn (se Fig. 34), hvor Flammen fra det dybere liggende Ildsted stiger op om Diglerne, og hvorfra den gjerne videre ledes til andre Rum, der benyttes til Ophedning af Reservedigler, som Afkjølingsrum o. s. v. Det bedste Brændmateriale er Ved, da detg iver en stor Flamme; den tørres altid vel før Benyttelsen. Man paasætter Materialerne lidt efter lidt; i Regelen sættes først noget Glasskaar paa, forat der kan dannes en Glassur inde i Diglen, hvorved man hindrer, at den angribes af de andre Stoffe; derefter paasættes Alkalierne, da disse er letsmeltelige, og tilsidst Kalk og Kvarts.

Fig. 35. Det indre af en Glashytte.

I og for sig er Glasset ikke saa vanskeligt at smelte, men en temmelig stærk Hede maa dog anvendes forat faa det tyndt nok til, at Forurensninger let kan skaffes bort. Noget synker tilbunds, Gasblærer, Saltdraaber m. m. flyder op og danner et saakaldet Glasskal, der maa skummes af. Forat lette denne Opstigning rører man om i den smeltede Masse med en Jernstang, ofte paasætter man ogsaa ved Diglens Bund Arsen, forat dette ved sin Forflygtigelse skal hjælpe til at sætte Massen i en livlig Bevægelse.

Man kan efter det forskjellige Indhold og Anvendelsen dele Glasset i: Buteljeglas, der er den simpleste Sort og blandt andre Forurensninger indeholder en hel Del Jern, der giver det den mørke Farve, Vinduesglas, Bøhmisk-Glas eller Kronglas, Krystalglas, Flinteglas, Speilglas og Strass. De 4 sidste Sorter indeholder Bly i større og større Mængde. Farvet Glas faaes ved Tilsætning af forskjellige Metaloxyder.

Fabrikationsmaaden. De forskjellige Glasvarer forarbeides enten ved den saakaldte Glasblæsning eller Glaspustning, eller ogsaa ved Støbning.

Fig. 36.

Glaspusterens fornemste Apparat er Glaspiben, et Jernrør, der er omtrent 1 Tomme tykt og med en Hulhed paa $^1/_4$ Tomme; øverst er det beklædt med Træ. Ved at dyppe dettes nedre Ende ned i den i Diglen værende smeltede Masse bringes noget Glas til at hænge ved; naar der nu blæses Luft gjennem Piben ind i Massen, dannes af denne en Blære. Ved Hjælp enten af et lidet Marmorstykke med en Fordybning i eller et Bord (se Fig. 36) fordeler Arbeideren Glasset jevnt om Pi-

ben. Idet han nu blæser mer Luft ind i Røret, faar han Blæren til at udvide sig aldeles som ved en Sæbeboble. Forat Afkjølingen skal ske ligelig, maa Piben uafladelig dreies rundt i Haanden, og ved at anbringe den i forskjellige Stillinger og slænge den paa forskjellig Maade, samt nu og da blæse i den, faar han Blæren til at antage forskjellige Former. Til at frembringe Indsnevringer og Ophøininger, benytter Arbeideren sig af en Slags Tænger, hvormed han under Omdreiningen klemmer over Blæren. Glasset stivner let og maa derfor under Blæsningen stadig ophedes, hvilket sker ved under uafbrudt Omdreining at stikke Piben ind gjennem Aabninger i Ovnen. Ofte er Gjenstanden sammensat af flere Dele, som da dannes hver for sig af forskjellige Arbeidere og føies sammen, ved at de i den halvsmeltede Tilstand trykkes mod hinanden. Hanker, Fødder o. s. v. sættes til senere.

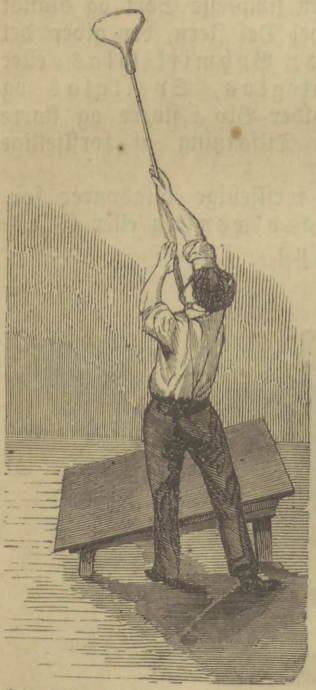

Fig. 37. Blæsning af Flasker.

Vi vil her som Exempler beskrive, hvordan man blæser Flasker, Rør og Vinduesglas.

Flasker. Materialet er her almindelig, urenset Sand, der gjerne indeholder en hel Del Jernoxyd, desuden raa Soda, Træaske og Flaskeskaar.

Naar en Flaske skal blæses, dypper en Hjælper, hvortil gjerne benyttes unge Gutter, en Glaspibe flere Gange ned i den smeltede Glasmasse, indtil der paa Piben har fæstet sig den tilstrækkelige Mængde; dette sker under stadig Omdreining mellem hver Gang. Han holder nu det hele en Stund foran Ilden, indtil det er tilstrækkelig smeltet og bringer det derpaa til Pusteren. Denne fordeler først Massen jævnt og puster saa i Piben, hvorved han frembringer en pæreformig Blære, som ovenfor omtalt. Ved at slænge denne, faar han den langstrakt oventil, og saaledes dannes Halsen. Derpaa stikkes den ned i en cylindrisk Form, der er anbragt paa Gulvet; idet han nu blæser stærkt i Piben, faar han Glasset til at fylde denne Form. Forat danne Bunden kommer en anden Arbeider med en Jernstang, paa hvis Ende han har anbragt en liden Glas-

masse. Under stadig og lige hurtig Omdreining af begge trykkes med denne Stang Bunden ind, hvorpaa Halsen slaaes af oppe ved Glaspiben. Flasken bliver siddende fast paa Stangen i Bunden, og der staar nu kun tilbage at paasætte en liden Glasmasse om det øverste af Halsen ved Dreining af Flasken og Tilsætning af Glas med en Jernstang. Tilsidst sættes den færdige Flaske ind i Kjøleovnen, hvor den langsomt afkjøles.

Det er aldeles nødvendigt, at Glassæt underkastes en langsom Afkjøling, da det ellers bliver i høi Grad skjørt, idet dets mindste Dele, de saakaldte Molekyler, i saa Tilfælde ikke faar Tid nok til at ordne sig regelmæssig, og der derved opstaar en stærk indre Spænding i Glassæt. Denne Spænding gaar ved de for Kuriositetens Skyld fremstillede „Glastaarer", der er smaa pæreformige, til en fin Spids i den ene Ende udtrukken og i Vand hurtig afkjølede Blærer, saavidt, at den hele Pære, naar blot den yderste Spids afbrydes, falder hen til et fuldstændigt Pulver. Jo langsommere derfor Afkjølingen sker, des stærkere bliver Glassæt.

Fabrikationen af de Glasrør, der saa hyppig benyttes i de kemiske Laboratorier til Ledning af Gasarter og mange Smaainstrumenter, og ligeledes i det daglige Liv er unnværlige til Thermometre, Barometre o. s. v., beror udelukkende paa den høie Grad af Strækkelighed, som Glassæt besidder i flydende Tilstand. Denne gaar saavidt, at man kan trække Traade saa fine som Silkeormens Spind, saa man endog har kunnet benytte dem til Vævning af Tøier.

Naar et Glasrør skal dannes, udblæser en Arbeider en tykvægget Pung. Hulhedens Størrelse i Forhold til selve Glasmassen bliver ogsaa det bestemmende for Rørets Hulhed. Nu befæster en anden Arbeider ved en liden Glasmasse en Jernstang til Pungens anden Ende, og begge Arbeidere gaar derpaa langsomt fra hinanden. Glasmassen trækkes derved ud paa Midten og danner der et Rør; efterhaanden som dette størkner, tages mere Glasmasse under Trækningen fra de endnu smeltede Ender, og tilslut danner den hele Masse et hult Rør. Dette bliver aldrig lige tykt overalt, det er gjerne tyndest paa Midten, og det skjæres derfor op i forskjellige Længder, hvoraf hver har nogenlunde samme Tykkelse overalt. Selvfølgelig sker ogsaa dette Arbeide under stadig Omdreining.

Vinduesglas. De almindelige Vinduesruder fabrikeres ved Blæsning, derimod maa de større og specielt de nu hyppig brugte Speilglasruder fremstilles ved en Art Støbning, som senere skal beskrives.

Naar Vinduesglas skal blæses, tager Arbeideren ved flere Gange at dyppe Piben i Diglen den tilstrækkelige Glasmasse paa denne; denne kan være indtil 5 ℔. Ved Blæsning frem-

stilles som ellers en Blære; idet denne holdes tilveirs bliver den fladtrykt, og paa den Maade skaffes den nødvendige Vidde. Naar den paany er ophedet, hvorved den nærmest Piben værende Del bliver mindst smeltet, blæses paany Luft ind i Blæren, som ved Slængning bringes til at blive langstrakt. Efter saaledes at have givet Glasmassen en langstrakt Pæreform, stikkes Spidsen af den ind i Ovnen, og ved at blæse haardt i Piben faar Arbeideren den stærkt ophedede Spids sprængt, idet der først danner sig en ganske tyndhindet Blære, som ved fortsat Blæsning maa springe. Ved at dreie Piben hurtig om, antager Pæren nu Cylinderform. Denne Cylinder sprænges fra Piben ved at der lægges et glødende, krumt Jern om den øvre Del, og derpaa dryppes en Draabe Vand paa det ophedede Sted. Den saaledes i begge Ender aabnede, hule Cylinder skjæres derpaa op efter Længden enten ved Hjælp af en Diamantspids paa et Skaft eller ved Hjælp af en glødende Jernstang og en Draabe Vand.

Naar dette er gjort, bringes Cylinderen ind i Strækkeovnen, hvori der er et Plan af ildfast Ler. Paa dette lægges Cylinderen og falder saa, naar den er bleven tilstrækkelig ophedet, ud og glattes ved Hjælp af en Trækrykke, det vil sige et Træstykke,

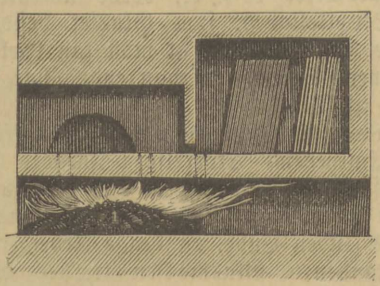

Fig. 38.

til hvis Midte er fæstet et Skaft. Tilsidst bliver da Ruden langsomt afkjølet i Kjølerummet, se Fig. 38. Man lader gjerne den første Plade, som kommer ind paa Strækkeovnens Plan blive liggende der forat danne Underlaget for de andre under Udglatningen. Det saaledes fremstillede Glas kaldes Tavleglas.

Paa en noget anden Maade fremstilles det saakaldte Maaneglas. Man bringer her Glasblæren til en meget vid og fladtrykt Form, den oprindelige Spids af Blæren sees dog tydelig. En anden Arbeider fæster nu Massen ved denne Spids til en Jernstang ved Hjælp af en liden Glasmasse paa dennes Ende; derpaa sprænges Blæren fra Piben, og ved at holde den saaledes aabnede Ende af den foran Ovnen og dreie Jernstangen

meget hurtig rundt, saar Arbeideren Blæren til at folde sig ud til en stor cirkelformig Skive, hvis Diameter er indtil 5 Fod. Denne Skive er med Undtagelse af Centrummet, hvortil Stangen var fæstet, og de nærmeste Omgivelser heraf, nogenlunde lige tyk, og den skjæres siden op i firkantede Plader, idet Midtpartiet bortskjæres. Da det er store Masser, man behandler ved Fremstillingen af plant Glas, bliver Blæsningen heraf altid et meget besværligt Arbeide.

Speilglas fremstilles, som nævnt, ved Støbning, ikke ved Blæsning. Man maa hertil have et taalelig letflydende Glas, og Massen renses efter Nedsmeltningen ikke i selve Diglen, men øses fra denne op i glødende Kasser af ildfast Ler, som staar i en anden Ovn. Efter her at være bleven renset, støbes, eller rettere valses Massen ud paa en tyk, oventil finhøvlet Jernsplade, der paa en Jernbane kan trilles hen foran Kjøleovnen. Omkring Randen af denne Plade skrues Linialer af den Tykkelse, man vil, Glasset skal have. Ved Hjælp af en Kran hæves Kasserne ud af Ovnen og tømmes ud paa Pladen, efterat først Glasmassens Overflade er bleven børstet ren med Jernbørster. Man farer derpaa over den med en Valse. Medens Glasfladen endnu er veg, bøies den ene Ende lidt op og ved en Krykke føres den fra Jernskiven ind i Kjøleovnen, hvor den meget langsomt afkjøles.

Pladens Overflade er mat og bølgende, den maa derfor slibes, hvilket gjerne sker ved med Gips at fæste den over en roterende Jernskive, hvorpaa Slibematerialet anbringes. Først slibes det grovt med Sand, derpaa finslibes det og poleres tilslut gjerne med Jernoxyd.

Strass er et særdeles blyrigt Glas, der udmærker sig ved en stor Tæthed, Glans og Farvebrydning, hvorfor det anvendes særdeles meget til Efterligning og ogsaa Forfalskning af Ædelstene; farveløst ligner det meget Diamant, og ved Tilsætning af forskjellige Metalfarver kan man heraf paa en skuffende Maade eftergjøre mange af de andre Ædelstene.

Glasvarernes Udsmykning. De simplere Glasvarer kommer gjerne fuldfærdige fra Glasblæserens Haand og bliver i det høieste kun videre afslebet de ujevne Kanter, gjensiddende Rester af de Glasklumper, hvormed Gjenstandene under Blæsningen har været fæstet til Piberne o. s. v. De finere Sager bliver derimod gjerne med mere eller mindre Kunst slebne, forgyldte, malede. Især udmærker sig i saadan kunstnerisk Udsmykning Bøhmen og England.

Slibningen kræver særdeles megen Øvelse, skarpt Blik, støt Haand og ofte endog virkelig Kunstsands. Det er iøvrigt høist forskjellige Formaal man har, dels vil man blot afslibe enkelte Dele af den krumme Overflade til plane Flader, snart mere

kunstige Facetter, snart skal der indridses Ord og Navn, Ornamenter, Landskaber, Figurbilleder o. s. v. Det er forbausende, hvor hurtig, sikkert og nøiagtig en øvet Sliber med sine simple Hjelpemidler forstaar paa det skjøre og haarde Glas at udkaste den letteste og smagfuldeste Bord, fremtrylle det yndigste Land-

Fig. 39. Glasvarers Slibning.

skab eller en Blomsterkrands uden en eneste Linie til Orientering.

Apparaterne er ganske enkle. Til den grovere Slibning, Raaslibningen, af større Flader bruges oftest almindelig Sand, Slibestene eller Skiver af Metal eller Træ med Sand og Vand.

Axen er horizontal og sættes som ved en almindelig Dreierbænk i Bevægelse enten med Foden eller bedre med Vand- eller Dampkraft (se Fig. 40). Derefter følger Klarslibningen, hvorved de ved den første Slibning fremkomne ru Flader glattes med finere Smergel eller Sand paa lignende Skiver og endelig følger Poleringen med Skiver af Kork, Tin eller Træ, ofte endog overtrukket med Filt. Skivernes Rand, som især bruges, er af forskjellig Form efter Slibningens Natur, hul, skarpkantet, flad, afrundet o. s. v.

Til Indslibningen af matte Ornamenter, Landskaber, Navne etc. bruges smaa Kobberskiver af forskjellig Diameter, fra 2 a 3 Tommer ned til 1/3 Tomme, de mindste er ofte af Staal. Randen paastryges et Lag af Olie og Smergel, og Udslibningen sker ved i forskjellige Stillinger at trykke Gjenstanden ind mod Skiven. Ikke sjelden bruges ogsaa Ætsning med Fluorvandstoffyre, idet man først overdrager Gjenstanden med et Lag Fernis, der ikke angribes af Syren, og derpaa i dette indridser Tegningen, saaat Glasset bliver bart for Indvirkningen.

Glasmaleriet anvendes ogsaa meget almindelig, især til Udsmykning af Vinduesruder og andre plane Skiver; det er ofte af en ganske vidunderlig Virkning, især fordi Farverne her fremtræder i gjennemfaldende Lys. Denne Udsmykningsmaner har udviklet sig af den fra de ældste Tider benyttede mosaikartede Indfatning af forskjelligfarvede Glassorter i smale Blyrammer. Det er af Fremgangsmaaden klart, at det især var geometriske Figurer, som paa denne Maade fremstilledes. Først langt senere begyndte man at lægge Emaillefarver paa selve det ufarvede Glas og indbrænde disse. Især i det 15de og 16de Aarhundrede blomstrede Glasmaleriet, som nu atter synes at skulle komme i Pris.

Farverne er som ved Porcelænsmaleriet oxydiske Emaillefarver, revne sammen med pulveriseret, letsmelteligt. Glas og Lavendelolje, der paamales Glasset. Pladerne lægges derpaa ind i en Muffelovn paa Lerplader og udsættes her for en saa stærk Hede, at den letsmeltelige Farve smelter sammen med Bundglassets Overflade, som ogsaa kommer i en halvsmeltet Tilstand. Gangen i Brændingen iagttages ved smaa Glasstykker, som efterhvert udtages. Ofte maa Farvernes Paalægning og Indbrænding ske flere Gange, da enkelte Farver ikke taaler saa stærk Hede som andre.

En Mellemting mellem det gamle Mosaik-Arbeide i Glas og Malningen benyttes ofte, idet man vistnok indfatter forskjellig farvet Glas med Bly i visse Figurer, men saa siden frembringer Skygger, Overgange og Nyancer enten ved Malning eller ved Udslibning af enkelte Dele, som atter fyldes med Glas af en anden Farve.

VI.

Ure.

De ældste Tidsmaalere. Solen var de ældste Folks eneste Rettesnor for Maaling af Tiden, dens Opgang, største Høide og Nedgang deler Døgnet i Nat og Dag og Dagen i 2 Dele. Men den er jo ofte hyllet i Skyer og bliver saaledes et upaalideligt Ur. Om Natten havde man ogsaa Stjernernes Stilling som Rettesnor. For at faa delt Tiden i mindre Dele fandt man paa Solskiven. Eftersom Solen vandrer, flytter sig ogsaa den Skygge, en fast Gjenstand kaster, og eftersom Solen stiger eller daler, bliver Skyggen kortere eller længere. Heri havde man et Fænomen, der kunde benyttes til Tidsinddeling. Især Ægypter og Kaldæer skaffede sig Solskiver ved at afmærke sig Obeliskernes Skygge, senere anvendte man en inddelt Skive, i hvis Centrum der var anbragt en Naal. Vandringen af Naalens Skygge henover Skiven angiver da Tiden. Men denne Tidsmaaler fordrer klart Veir, den kan give Tiden i Dele, men den er et Ur, der ofte „staar".

Allerede flere Aarhundreder før vor Tidsregning kjendte man Vanduret eller det saakaldte Klepsyder. Dette Ur grunder sig paa den Omstændighed, at en Væske, naar dens Trykhøide altid er den samme, stadig løber ud af et Kar med den samme Hastighed. Det bestaar derfor af et Kar, hvori der rinder Vand, Karret har en Sideaabning oventil og et lidet Afløbshul nedentil ved Bunden. Gjennem denne sidste Aabning løber Vandet altid ud med den samme Hastighed, fordi Sideaabningen bestandig holder dets Overflade i samme Niveau. Anbringes nu under Bundaabningen et Kar, der er inddelt i ligestore Dele, saa vil Vandstanden i dette Kar angive den Tid, der er forløben, siden Karret sattes hen under Aabningen.

Senere fandt man paa at indrette Klepsydret som i Fig. 40 vist. Indretningen er i det væsentlige aldeles som ved det forrige, men Tiden angives ved en Visers Gang henover en inddelt Urskive. Dette opnaaes derved, at i det nedre Kar, hvori Vandet løber med jævn Hastighed, er anbragt en Flyder;

oventil er der i denne fæstet en Snor, der løber nogle Gange omkring en liden Axe, hvortil Viseren er fæstet.

I Snorens anden Ende virker en Modvægt, der er noget mindre end Flyderens Vægt. Efterſom nu Vandet i den nederſte Beholder øges, ſaa ſtiger dets Overflade, og dermed hæves ogſaa Flyderen, Modvægten dreier Axen rundt og ſtrammer Snoren. Efter en vis Tids Forløb maa den nedre Beholder tømmes, Flyderen ſynker efter og driver derved Viseren tilbage i modſat Retning. Skiven inddeltes i 12 Timer.

For at faa nogen ſynderlig Forſkjel i Vandets Niveau maatte man imidlertid anvende større Vandmaſſer, og Følgen heraf var, at naar Klepſydrene ikke ſkulde blive altfor ſtore, Karret meget ofte maatte tømmes, Uret gik kort Tid ad Gangen. Senere rettede man herpaa ved at anvende Tandhjulsomvexling, hvorved man fik Viſeren til tydelig at angive ſelv en yderſt ringe Forſkjel i det nedre Kars Vandſtand.

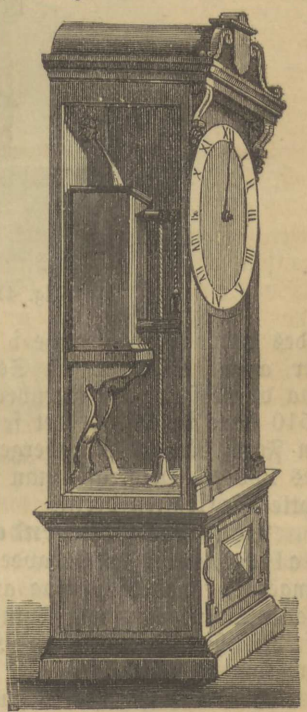

Fig. 40. Klepſyder med Urſkive.

Timeglaſſet kjendtes ogſaa af Ægypterne meget langt tilbage i Tiden, og det holdt ſig ſammen med Klepſydrene langt ud i Middelalderen. Det beſtaar, ſe Fig. 41, af en Glasbeholder af Form ſom to med den ſpidſe Ende ſammenſtødende Pærer. Inde i denne Beholder findes en Del Sand, hvis Mængde er ſaa ſtor, at den i en vis beſtemt Tid, f. Ex. en Time, kan rinde fra den ene Afdeling gjennem den trange Midtdel over i den anden. Naar den ene Del er tømt, og alt Sandet befinder ſig i den nedre, vendes Timeglaſſet om, og Sandet begynder at rinde over i den anden Del.

Ure. Hvor tidlig eller hvorhenne først Ure med Lod og Hjul opfandtes ved man ikke, man ved blot, at ſaadanne, om end paa Grund af deres Koſtbarhed kun ſjelden, benyttedes omkring Midten af det 14de Aarhundrede. En Tydſker Heinrich von Wick blev i 1370 af den franſke Konge Karl V kaldet til Paris forat konſtruere et Ur for Slottet. Dette indeſluttede allerede Grundprincipperne for de nuværende, det dreves af et

Lod og var forsynet med Svinghjul eller saakaldet Uro som Regulator og Hagehjul. Men den Tids Ure var tunge og ubekvemme, Loddet til det ovenomtalte veiede saaledes omkring 5 Centner.

I det 15de Aarhundrede begyndte man først til astronomiske Observationer at betjene sig af Ure i mere udviklet Stand, saaledes havde Tycho Brahe i 1560 i sit Observatorium et Ur, der angav Minuter og Sekunder. Ogsaa Lommeure fandtes paa denne Tid; en Nürnberger ved Navn Peter Hele skal 1510 have konstrueret det første saadanne; de fik paa Grund af sin Form Navnet Nürnbergeræg. I disse kunde jo ikke anvendes Lod til Drivkraft, man havde altsaa allerede da lært at benytte Fjærkraften dertil.

Fig. 41. Timeglasset.

Pendelets Anvendelse i Ure. Den berømte Fysiker Galilei, der i 1639 havde opdaget Lovene for Pendelsvingningerne, fandt ogsaa paa at anvende dette Instrument til at maale Tiden, men dets Svingning blev først noget senere i 1657 af den hollandske Fysiker Huyghens foreslaaet anvendt i Ure som Regulator.

Pendelet, Fig. 43, bestaar af et i Regelen lindseformigt, tungt Metalstykke ophængt i en Metaltraad eller Stang, hvis øvre Ende er befæstet saaledes, at den kan svinge frem og tilbage. Bringes et saadant Pendel ud af sin Ligevægtsstilling, vil det afvexlende svinge ud tilhøire og tilvenstre. Galilei fandt, at den Tid, som et og samme Pendel bruger til at svinge fra sin yderste Stilling tilhøire over til den yderste tilvenstre eller, som den benævnes, Svingetiden altid er den samme. Den Afstand, som Pendelskiven tilbagelægger, vil vistnok for hver Svingning blive lidt mindre paa Grund af Luftens og Ophængningspunktets Modstand, men i samme Mon, som den bliver mindre, bliver ogsaa Hastigheden mindre, og Svingetiden desaarsag den samme. Tillige viste det sig, at Skivens Vægt ingen Indflydelse

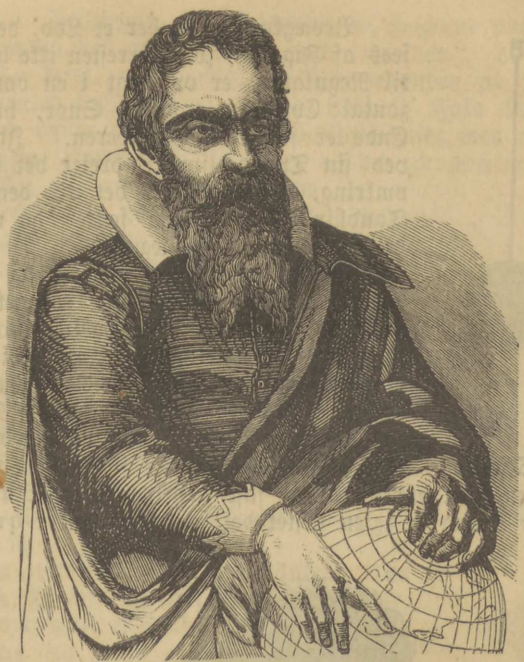

Fig. 42. Galilei.

havde, men at Svingetiden udelukkende afhænger af Pendelets Længde. Jo længer Pendelet er, des længer bliver Svingetiden.

Da først dette var kjendt, laa det jo nær at anvende Pendelet til at angive Tidsrum; man behøvede jo blot at finde den Længde, det maatte have for at gjøre f. Ex. en Svingning i et Sekund; naar det da havde gjort 60 saadanne Svingninger, var der gaaet et Minut o. s. v. Pendelets Bevægelser kunde jo let overføres paa en roterende Viser. Men der er den Ulempe ved Pendelsvingningerne alene, at deres Bue bliver kortere og kortere, og at de efter en Tids Forløb ophører. Huyghens store Fortjeneste ligger deri, at han indskrænkede Pendelets Virkning til blot at være en Regulator i Ure, ikke bevægende Kraft.

Pendelure. Hvad enten man anvender Lod eller Spiralfjær som bevægende Kraft, kan Pendelet anbringes som Regulator, derimod kan det selvfølgelig kun anvendes ved faststaaende Ure, ikke i transportable, som Lommeure. Bruges Lod, bliver det et Vægur, bruges Fjær, bliver det et saakaldet Taffelur. Indretningen forresten er væsentlig den samme. Vi vil betragte et Lodur.

Fig. 43. Pendelet.

Bevægkraften er her et Lod, der som det sees af Fig. 46, som forresten ikke har Pendel til Regulator, er ophængt i en om en horizontal Cylinder opviklet Snor, hvis anden Ende er fæstet til Cylinderen. Idet Loddet ved sin Tyngde synker, dreier det Cylinderen omkring, altsaa ogsaa det til denne fæstede Tandhjul B, og dette sætter da videre alle de andre Hjul i Bevægelse.

Hvis nu Loddet overlodes til sig selv, vilde det falde med en bestandig forøget Fart, og saaledes Hjulenes Bevægelse stadig blive hurtigere og hurtigere. Forat hindre dette er det, man anvender Pendelet. Indretningen er som i Fig. 45 vist. Paa en af Drivaxerne er der et lidet Tandhjul med sagbladformige Tænder. Selve Pendelet er nær sit Ophængningspunkt forsynet med en horizontal og fast befæstet liden Stang ved a; til denne Stang er igjen fæstet det saakaldte Anker qn, der paa

Fig. 44. Huyghens.

Enderne har de to Hager p og m. Naar Pendelet svinger, deltager følgelig ogsaa Ankeret i denne frem- og tilbagegaaende

Bevægelse. Stillingen er nu saadan, at Hagerne paa Ankeret kan gribe ind i det ovenomtalte Hjuls Tænder. Lad os nu tænke os, at Uret er optrukket, Loddet begynder at falde, og Pendelet sættes i Svingning. Ved Loddets Fald sættes alle Hjul, altsaa ogsaa dette i omdreiende Bevægelse; men med Pendelet bevæger Ankeret sig til høire og venstre, den ene af Hagerne f. Ex. m griber ind mellem to af Hjulets Tænder og standser dets Fart, hermed standses ogsaa Loddets Fald. Standsningen varer imidlertid blot et Øieblik, thi Pendelet bevæger sig nu til den anden Side, Hagen m træder ud af Forbindelsen med Tandhjulet, og Loddet falder atter et lidet Stykke. Men pludselig standses det igjen, nu af Hagen p, der paa den anden Side af Hjulet griber ind mellem to Tagger o. s. v. Loddet og dermed Hjulene bevæger sig altsaa ikke uophørlig, men med smaa og ligestore Ryk, og Gangen bliver derved alligevel paa en Maade jævn.

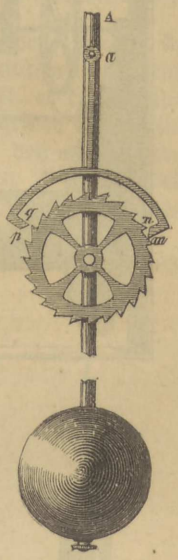

Fig. 45.

Det er imidlertid ikke alene Ankeret, der virker paa Hjulet og stopper dettes Fart, ogsaa det omvendte er Tilfældet; Hjulet giver selv Ankeret for hver Gang et lidet Puf, hvorved Pendelets Bevægelse ogsaa altid vedligeholdes ensartet. De virker altsaa gjensidig paa hinanden, Pendelet hæmmer Hjulets Fart, og Hjulets Puffen hindrer Pendelet fra lidt efter lidt at komme i Hvile.

Ankeret med det dertil hørende Tandhjul kaldes Urets Gangindretning eller Echappement. I det foregaaende saaes altsaa et Exempel paa Ankergang med Pendel.

Ure med Uro. I Fig. 46 er fremstillet Indretningen af et saadant ældre Ur af enkleste Slag. Ved Uroen forstaaes det lille Svinghjul V, der uafladelig dreier sig saa til en, saa til en anden Side, og som er enhver bekjendt fra Lommeurene. Af Loddet P sættes Snorcylinderen og dermed alle Hjul i Omdreining, saaledes ogsaa det med sagbladformede Tænder forsynede Hjul D. Det horizontale Svinghjul, Uroen, dreier sig om den vertikale Axe CC', Spindelen, der ved C og C' bærer to faste, smaa Lapper, som er befæstede saadan, at deres Flade danner en ret Vinkel med hinanden. Disse Lapper griber derfor afvexlende ind mellem Hjulet D's Tænder og virker derved som Pendelets Anker, idet snart den ene, snart den anden for et Øieblik standser Urets Gang. Ogsaa ved denne, saakaldte

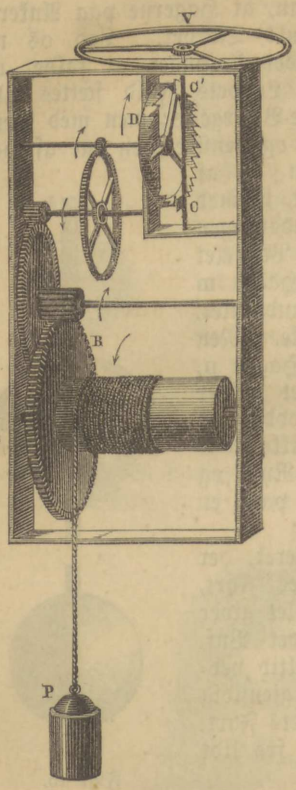

Fig. 46. Ur med Uro.

Spindelgang er Spindelets Virkning af 2 Slags, den hæmmer stødvis Urets Gang og giver ligeledes Uroen dens svingende Bevægelse.

En saadan Indretning kræver ikke som ved Pendelet en bestemt Stilling, Uroen med sin Spindel virker lige godt, hvordan den end stilles, man kan altsaa ogsaa anvende denne Indretning i Lommeure.

Forskjellige Gangarter. I det foregaaende er beskrevet Spindelgangen. Bedre end denne er Cylindergang, som nu anvendes i de almindeligste Lommeure. Man har her i Stedet for en Spindel med sine Lapper en liden hul Cylinder med en Sideaabning, hvori det lille horizontale Tandhjuls Takker kan gribe ind. Cylinderen, der tillige er Axe for Uroen (Cylindergang kan kun anvendes i Forbindelse med Uro) vil ved sine Svingninger snart til den ene snart til den anden Side, vende forskjellige Dele mod Hjulets Knagspidser. Cylinderens Gjennemsnit og en Del af Knaghjulet er fremstillet i Fig. 47. Dreier Cylinderen sig i Pilens Retning mod Høire, ser man, at Knaggen a støder imod Cylinderens ydre Side og forbliver derfor i Ro. Naar Cylinderen har svinget et Stykke denne Vei, dreier den sig i modsat Retning, hvorved a vil glide forbi Læben b og rykke frem et Stykke, indtil den standses af den indvendige krumme Flade af Cylinderen, saaat den atter kommer i Hvile, indtil Cylinderen ved paany at gaa i Pilens Retning kommer med Læben c til Knaggens Spids, hvorpaa denne træder ud af Cylinderen, og en næste Knag derpaa udsættes for den samme Virkning.

Cylindergangen blev allerede opfunden i 1695 af Englænderen Thompson, men forbedredes senere betydelig af George Graham. Denne sidste skyldes ogsaa en saakaldet hvilende Ankergang for Pendelure.

For Ure med Uro, følgelig ogsaa for Lommeure, har Cole

konstrueret en egen Ankergang, Fig. 48, der overgaar saavel Spindel- som Cylindergangen i Godhed, væsentlig fordi Uroens Svingning er betydelig større, og derved Gangen bliver mindre afhængig af de Rystninger, hvorfor saadanne Ure er udsatte. Paa Uroens Axe a er fæstet en liden Skive b med en Stift c nær ud mod Randen. Ankerets ene Ende dannes af en liden Stang d, der ved at slaa mod to Stifter e og f indskrænker dets Bevægelser. Den anden Ende er forsynet med et lidet Indsnit, Gaffelen g. Ved Uroens Dreining griber den lille Stift paa Skiven ind i denne Gaffel og slipper den atter; herved faar Ankeret sin svingende Bevægelse. Som ellers er det forsynet med 2 Hager h og i, der afvexlende griber ind i Knaggerne paa et Tandhjul k.

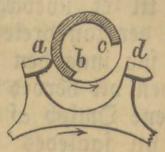

Fig. 47. Cylindergang.

Foruden de her nævnte Gangarter har man endnu den

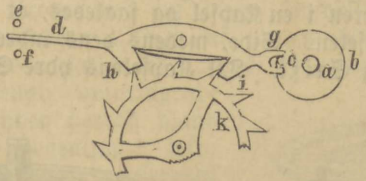

Fig. 48. Ankergang for Lommeure.

frie Gang og Gang med konstant Kraft, Indretninger, hvorved man har søgt at lade Regulatorens Svingninger blive saa fri som mulig uden at hindres formeget heri ved Friktion eller Tryk. Disse anvendes især i de saakaldte Kronometre.

Fjære som Drivkraft. I Taffelure og Lommeure eller i

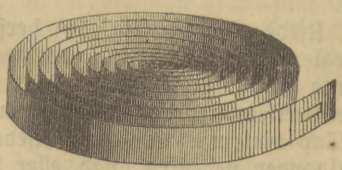
Fig. 49. Urfjær.

det Hele Ure, der ikke kan hænge rolig paa et Sted, kan man ikke benytte Lod som Drivkraft; istedet anvender man en lang og tynd i en Spiral oprullet Staalrimse, en Urfjær, se Fig. 56.

Lad os antage, at vi fæster den ydre Ende af Spiralfjæ-

ren til et ubevægeligt Punkt og den anden, indre Ende til en Axe, der kan dreies omkring. Hvis man nu vrider denne Axe om, saa maa den hertil fæstede Ende af Spiralen følge med, og den vil derved komme til at vinde sig fast op paa Axen, idet det ene Omløb af den lægger sig tæt indtil det forrige; Fjæren vil saaledes blive spændt. Men overlader man derpaa Axen til sig selv, saa vil Fjæren, der paa Grund af sin Elasticitet altid søger igjen at indtage sin forrige Stilling, paany vinde sig op, hvilket imidlertid ikke kan ske, uden at ogsaa Axen følger med og dreies tilbage i modsat Retning af den forrige. Den spændte Fjær vil altsaa foraarsage en Omdreining af Axen, indtil Spændingen er ophørt, det er, Fjæren er kommen tilbage i sin oprindelige Stilling.

Der er imidlertid den Ulempe ved Fjærkraften, at den aftager, efterhvert som Fjæren opruller sig, og at saaledes den Kraft, den udvikler, aftager stadig og altsaa ikke giver den nødvendige jevne Bevægelse. Herpaa har man raadet Bod ved Anvendelse af „Fjærhus" og „Snegle". Man indfatter nemlig Spiralfjæren i en Kapsel og saaledes, at dens ydre Ende er fæstet i Kapselens Side, medens dens indre sidder fast paa en ubevægelig Stift. Til Kapselens ydre Side er fæstet en

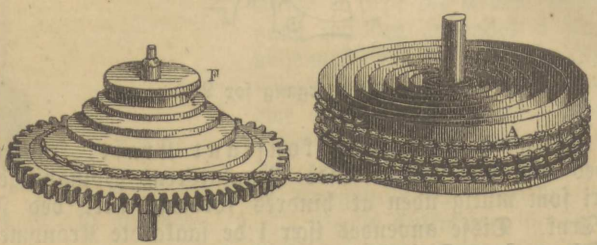

Fig. 50. Fjær med Fjærhus og Snegle.

liden, ganske fin Kjede, der (se Fig. 50) herfra løber hen paa den saakaldte Snegle. Denne bestaar af en kegleformig Rulle F med en spiralformig Gang for Kjeden. Naar Fjæren skal spændes eller Uret optrækkes, sker dette ved, at man med en Nøgel dreier Sneglens Tap omkring, derved vil Kjeden efterhvert rulle sig op paa Spiralgangen nedenfra opad, eller fra de største Vindinger til de mindste. Samtidig dreier sig det bevægelige Fjærhus omkring, og Fjæren, som er fæstet til dette, spændes udenfra indad.

Naar nu Trækningen er udført, og Fjæren overlades til sig selv, vil den atter udvikle sig, dog med aftagende Kraft, som før sagt. Men man ser, at eftersom Fjæren vrider Fjær-

huset tilbage, saa vikler Kjeden sig af Sneglen fra de mindste Vindinger til de videste, og at følgelig Fjærens Spænding kommer til at virke paa stadig længer og længer Arm. Herved opnaar man, at den Kraft, hvormed Sneglens Axe og dermed det hele Urverk drives, bliver vedvarende den samme, tiltrods for Fjærens aftagende Spænding.

Forat ikke hele Urverket skal gaa rundt under Optrækningen, saa er det paa Sneglearen siddende Tandhjul, hvorved Bevægelsen overføres til de andre Hjul, ikke i fast Forbindelse med Axen. Det er forsynet med en Spærhage, der ved sin Fjærkraft spænder imod et Spærhjuls sagbladformige Tænder, saaat den, naar Axen dreies om med Nøglen, glider hen over disse, medens den ved Bevægelse i modsat Retning griber ind i dem og drives med rundt, følgelig ogsaa det Tandhjul, hvortil Hagen er fæstet. Af denne Hages Glidning hen over Spærhjultænderne kommer den Knepning, som opstaar, naar Uret trækkes.

I Lommeurene, der ikke kan bruge Pendel som Regulator, indførte den før nævnte Huyghens en stor Forbedring, idet han forsynede Uroen med en liden Spiralfjær, se Fig. 51. Denne er som Drivfjæren, men af meget mindre Dimensioner. Dens indre Ende er fæstet til Uroens Axe, dens ydre til en fra den faste Urbund opspringende Del. Uroen bliver herved istand til at svinge nogenlunde selvstændigt, hvorved dens regulerende Virkning forøges; den udretter saaledes ved sine horizontale Frem- og Tilbagesvingninger det samme som Pendelet ved sine vertikale.

Fig. 51. Uro med Spiralfjær.

De øvrige Indretninger ved Urene skal kun kortelig omtales. Kraftens Omsætning sker ved Hjælp af Tandhjul med et passende Antal Tænder. Naar man ved, at to i hinanden gribende Tandhjuls Omdreininger staar i omvendt Forhold til Tændernes Antal, saa forstaar man, at det gaar an at konstruere disse saadan, at et Hjul gjør et vist bestemt Antal Omdreininger, medens et andet blot gjør en eneste. Dreier saaledes et Hjul sig omkring en Gang i en Time, og har dette Hjul f. Ex. 8 Tænder, saa kan man forbinde dette med et andet med f. Ex. 24, dette sidste vil da gaa 1 Gang rundt, medens det første gaar 3 Gange. Fæstes derpaa til samme Axe som det sidste Hjuls et tredie Hjul med 8 Tænder, der griber ind i et fjerde Hjul med 32 Tænder, saa vil dette sidste gaa 4 Gange langsommere end det andet og altsaa 12 Gange langsommere end det første. Medens saaledes det sidste dreier Viseren, Timeviseren, en Gang rundt, dreies det første Hjuls Viser, Minutviseren, 12 Gange rundt.

De to Visere maa naturligvis være fæstede til hver sin Axe; dette opnaaes derved, at den enes Axe er hul, og den anden bevæger sig rundt inden i denne.

I mange Ure, saaledes i godtsom alle Taffel- og Vægure anbringes Slagverk, hvis Indretning ofte er temmelig indviklet. Der har været anvendt saadanne allerede i det 13de Aarhundrede, altsaa meget tidligt. Man har 2 forskjellige Hovedindretninger for Slag, en ved Fjærur og en anden ved Lodur.

Temperaturforandringerne har en ikke uvæsentlig Indflydelse paa Urenes Gang, de gaar langsommere, naar Temperaturen stiger. Man maa derfor have Indretninger, der gjør, at man kan regulere deres Gang. Dette sker ved Fjærure derved, at man gjør den Del af Urofjæren, som svinger, kortere, naar Uret skal gaa hurtigere, længer, naar det skal gaa langsommere. Det sker ved, at et lidet Legeme med et Indsnit for Fjæren skydes frem eller tilbage, hvorved den Del af Spiralen, som ligger mellem dette Sted og det yderste Befæstningspunkt ikke kommer til at deltage i Svingningerne.

Ved Pendelure sker Reguleringen derved, at Pendelets Længde formindskes eller forøges, eftersom Uret skal gaa hurtigere eller langsommere. Ved disse Ure har Graham ogsaa fundet paa Indretninger, hvorved Pendelet regulerer sig selv for Temperaturforandringer. Dette opnaaede han ved istedetfor en Metallindse at anvende 2 vertikale med Kviksølv forsynede Cylindre som Vægt paa Pendelstangen. Naar Temperaturen stiger, forlænger Pendelstangen sig, og Uret gaar langsommere, men samtidig vil Kviksølvet udvide sig og stige i Cylinderen, Tyngdepunktet bliver derved hævet; og ved et passende Valg af Kviksølvmængden i Forhold til Cylinderens Gjennemsnit bliver man istand til at faa Pendelet indrettet saa, at Tyngdepunktet netop hæver sig ligesaameget, som Pendelstangen forlænger sig. Han foreslog ogsaa istedetfor én eneste Stang at anvende flere parallele af 2 forskjellige Metaller bestaaende Stænger, ordnede saaledes, at deres Udvidelse ophævede hinanden. Saadanne Pendler kaldes Kompensationspendler.

For Ure med Uro frembringes Kompensationen ved at gjøre Uroens Ring af 2 sammenloddede Metaller, Messing og Staal, hvoraf det sidste ligger inderst; tillige er Ringen ikke hel, men delt i 2 Halvdele, som ikke støder nøiagtig sammen. Ved de 2 Metallers ulige Udvidelse eller Sammendragning og den omtalte Deling af Ringen vil de frie Ender af disse Dele fjerne eller nærme sig til Centret, og derved vil Uroens Svingningshastighed forandres lidt.

Saadanne Kompensationsindretninger anvendes især ved Kronometre; saa kaldes Ure, som paa Grund af sin Bestem-

melse maa have en saavidt mulig nøiagtig og jævn Gang. De benyttes nemlig dels til videnskabeligt Brug, dels tilsøs for Observationer af et Steds Længde. Et godt Kronometer maa selv for lange Reiser til enhver Tid nøiagtig angive Klokkeslettet paa det Sted, hvorfra Reisen udgaar. Ved at sammenligne Urets Middagstid med det Sted, hvorpaa man netop befinder sig, kan man da beregne den Længdegrad eller Meridian, hvorpaa Skibet er. Kronometerindretning findes ogsaa i adskillige Lomme-

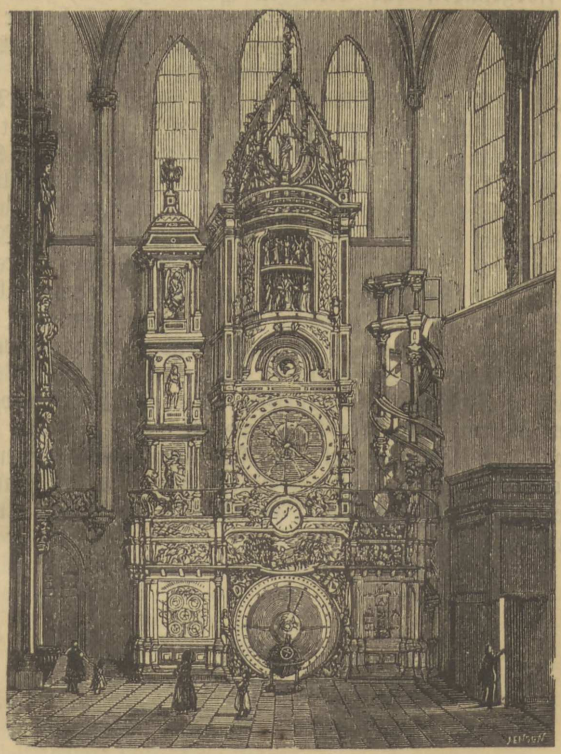

Fig. 52. Uret i Strasburgs Kathedral.

ure. Man har af saadanne ligeledes saakaldte Halvkronometre, der ogsaa er særdeles gode Ure. Kronometrenes øvrige Forskjelligheder fra almindelige Ure maa her forbigaaes.

Uret i Strasburgs Kathedral. Medens man i den senere Tid især har lagt mest Vind paa at gjøre Urenes Gang saa jævn og korrekt som mulig, fortabte man sig før meget i at give dem en hel Del sindrige automatiske Indretninger.

Især udmærker sig i denne Henseende Uret i Strasbourgs Kathedral, Fig. 52. Et i 1352 her opsat sindrigt Ur erstattedes i 1574 af et nyt, endnu kunstigere. Det var konstrueret af Isaak Halrecht fra Schaffhausen, som begyndte sit Arbeide dermed i 1547. Det standsede i 1789. I Aarene 1838—42 konstruerede nu den berømte Urmager Schwilgué et nyt, der langt overgik sine Forgjængere, og som er et rent Mesterverk af Kunstfærdighed.

I Forgrunden har dette en Himmelglobus, som angiver 5000 Stjerners daglige Bevægelse m. m. En Kalender angiver ikke alene Aarstal, Datum og Dag, men ogsaa Aarets foranderlige Høitider, der hver Nytaarsnat Kl. 12 indstiller sig paa sin rette Plads, samt Skudaar og den tilsyneladende Tid, der er noget forskjellig fra den virkelige. Videre viser Uret Solens Op- og Nedgang, Maanens daglige Omløb og Faser, Sol- og Maaneformørkelser, kortsagt alt, hvad der findes i en almindelig Kalender. Det har et Planetarium, der angiver Planeternes Bevægelser om Solen. Foruden dette findes en hel Del bevægelige Figurer. Sindbilleder paa de 4 Livsaldre fremtræder hvert Kvarter hele Dagen igjennem, ligesaa sees Billeder af Ugens Dage at fremtræde hver Dag, Døden angiver Timerne med Slag med et Ben paa en Klokke; hver Middag fremtræder de 12 Apostle og skrider forbi et Kristusbillede, hvilket de hilser med Buk og modtager Velsignelsen, medens Hanen øverst paa Taarnet tilvenstre bevæger Vingerne og galer.

Hvad der især gjør dette Ur saa interessant, er den Nøiagtighed og Sindrighed, hvormed de utallige Hjul og andre Indretninger, der maatte til forat frembringe alle disse Angivelser, er konstrueret.

VII.

Lysets Reflektion og Brydning. Øiet.

Inden vi gaar over til Beskrivelsen af de forskjellige optiske Instrumenter, der i saa høi en Grad har forøget Menneskets Kunskab, idet de har draget det uendelige Himmelrums talløse Kloder ned for hans undrende Beskuelse og tryllet frem for hans studsende Blik det endnu talløsere uendelig lille Liv, der overalt omgiver ham, og hvorom han før ingen Anelse havde, maa vi i Korthed omtale nogle af de Forholde ved Lyset, hvorpaa Instrumenternes Konstruktion er grundet.

Reflektion. Lader man en ganske tynd Bundt Lysstraaler gjennem en fin Aabning falde ind i et mørkt Rum, vil man, naar de falder lodret ind paa en plan og speilende Flade, f. Ex. paa en blankpoleret Metalplade eller et Speil, se, at Straalerne kastes tilbage i den samme Retning, hvori de kom. Hvis de derimod falder skraat ind mod Fladen, som Straalen ac Fig. 53, vil man se, at denne, idet den træffer Speilet, kastes tilbage i en anden Retning, og tillige, at denne reflekterede Straales Retning cb danner nøiagtig den samme Vinkel med Speilfladen som den indfaldende Straale ac, eller, hvad der er det samme, at de Vinkler, den indfaldende og den reflekterede Straale hver for sig danner med den paa Speilet lodrette Linie nc, det saakaldte Indfaldslod, er ligestore, samt at alle disse tre Linier ligger i samme Plan. Man benævner disse to Vinkler Indfaldsvinklen og Reflektionsvinklen. Følgen heraf er, at om en Gjenstand befinder sig ved a, saa vil det for et Øie ved b se ud,

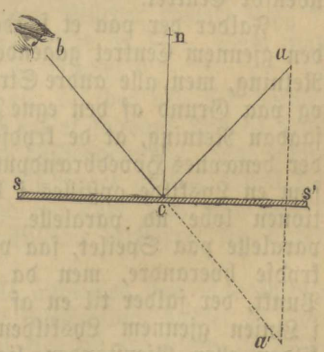

Fig. 53.

som om Gjenstanden befandt sig ved a', eller der vil ved a' dannes et Billede af a. Dette ligger nøiagtig i Perpendikulæren paa Speilet ss' og lige langt bag dette, som a ligger foran.

Et hult Speil med kugleformig Overflade (se Fig. 54) frembyder en skraa Flade for alle andre Straaler end de, der gaar gjennem Centret af den Kugle, hvis Overflade Speilet tilhører, og som ogsaa benævnes Speilets Centrum. Alle Straaler, som

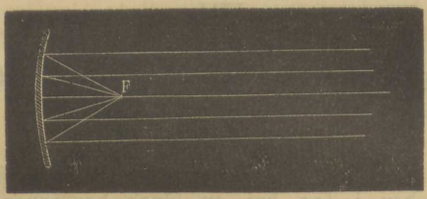

Fig. 54.

ikke gaar gjennem Centret, vil derfor, efter at have truffet Speilet, reflekteres i en anden Retning end den indfaldende Straales. Her bliver Indfaldsloddet det samme som Speilkuglens Radius til det af Straalen trufne Punkt, og man ser altsaa, at alle Straaler, som kommer fra et Punkt udenfor Centret, vil reflekteres efter en Retning, der falder mellem Centret og Speilet selv, eller indenfor Centret, medens Straaler, som udgaar fra et Punkt indenfor Centret, efter Reflektionen vil følge en Retning udenfor Centret.

Falder der paa et saadant Speil paralelle Straaler, saa vil den gjennem Centret gaaende Straale reflekteres tilbage i samme Retning, men alle andre Straaler vil reflekteres indenfor Centret, og paa Grund af den egne Form af Speilet vil de alle have en saadan Retning, at de krydser hverandre i ét Punkt F (Fig. 54), der benævnes Hovedbrændpunktet eller Focus. Omvendt vil, dersom en Lyskilde opstilles i F, Straalerne fra denne efter Reflektionen løbe ud paralelle. Hvis Lysstraalerne ikke falder ind paralelle paa Speilet, saa vil de vistnok ogsaa efter Reflektionen krydse hverandre, men da ikke i Hovedbrændpunktet, men i et Punkt, der falder til en af Siderne for dette, dog endnu stedse i Linien gjennem Lyskilden og Speilets Centrum. Naar Lyskilden eller Gjenstanden ligger udenfor Centret, vil Straalerne krydse hverandre et Sted mellem Focus og Centrum, og desto nærmere Focus, jo fjernere Gjenstanden er. Kommer Straalerne fra meget fjerne Gjenstande, vil de tilnærmelsesvis være paralelle, og derfor ogsaa Krydsningspunktet paa det nærmeste falde sammen med Focus.

Der vil her i Krydsningspunktet opstaa et Billede af Lyskilden, og dette Billede kan man se ved at stille en eller anden

Skjærm i Punktet. Hvis man saaledes lader Solstraalerne falde ind mod et hult Speil, vil disse omtrent skjære hinanden i Speilets Focus, og man vil da se et lidet rundt stærktlysende Punkt, naar man her opstiller en Skjærm; da Varmestraaler følger aldeles samme Lov, vil ogsaa disse krydse hinanden i dette Punkt, og der vil saaledes her opstaa stærk Hede. Derfor kaldes ogsaa dette Punkt Brændpunktet.

Hvis der udenfor Centret c (Fig. 55) opstilles en Gjenstand TV, saa vil efter det foregaaende alle fra Punktet T udgaaende Straaler krydse hverandre i et Punkt t i Linien fra T gjennem

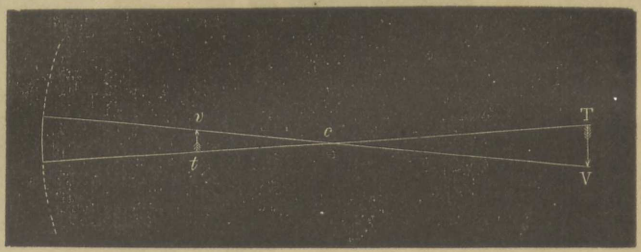

Fig. 55.

Centret c, og der vil her dannes et Billede af T; paa samme Maade vil der dannes et Billede v af V i Linien gjennem V og c. Det samme vil være Tilfældet med alle Punkter mellem T og V af Gjenstanden, der vil af dem dannes Billeder mellem t og v, eller med andre Ord, vt vil være et Billede af VT. Som man ser, vil dette Billede blive omvendt og mindre.

Hvis derimod Gjenstanden er vt, vil der ved VT dannes et omvendt og større Billede. Da nu et saadant Billede igjen kan tjene som Gjenstand for en ny Billeddannelse, saa indser man, at man ved at vælge passende Stillinger af hule Speil kan faa Billeder, der ligger i den Afstand fra Øiet, som man ønsker, og ogsaa faa et saaledes dannet Billede forstørret og opretstaaende.

Denne Lysets Reflektion i Speile anvendes paa mangfoldige Maader, saaledes i Krigen til, selv fuldstændig dækket af Forskandsninger og uden at behøve at kige ud fra disse, at holde Øie med Fiendens Bevægelser. Især er det dog Taskenspillernes og Theatrenes Fremstilling af Aandescener, som derved kan faa en skuffende Lighed med Virkeligheden og blive af en slaaende Virkning.

Enhver har vistnok lagt Mærke til, at naar man i Tusmørke ser mod Vinduets Glas, saa gjengiver dette et svagt Speilbillede af Gjenstandene inde i Rummet paa samme Tid, som man

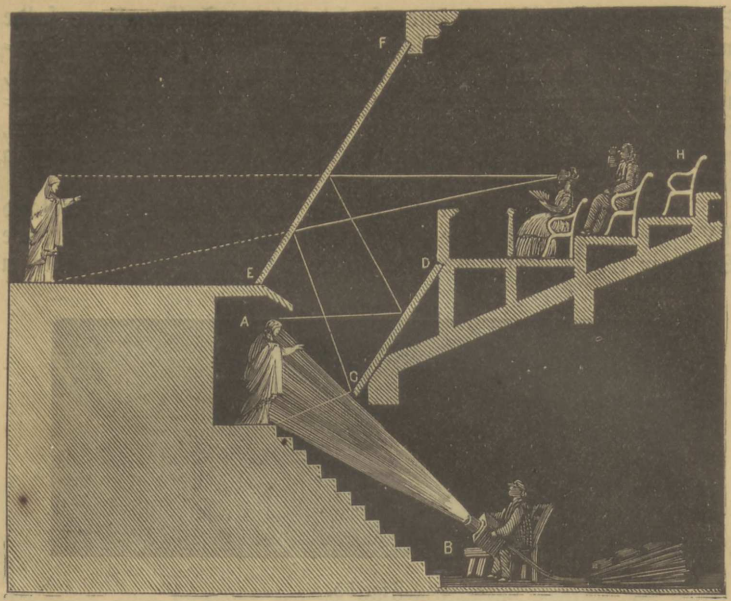

Fig. 56. Apparat for Aandefremstillinger.

gjennem Glasset ogsaa ser, hvad der befinder sig udenfor. Efterhvert som Mørket udenfor tiltager, bliver Glasset mer og mer speilende, indtil det ved fuldkomment Mørke ude og Oplysning inde bliver et særdeles godt Speil, medens man da kun ved at skygge for det indre Lys bliver i Stand til at se Gjenstande ude. Tiltager omvendt Lyset udenfor, saa aftager Glassets speilende Evne, skjøndt man ogsaa da ofte, naar ikke fuldt Sollys falder ind gjennem Ruden, mod mørkere Gjenstande som Baggrund ser Speilbilleder af Værelset.

Det er altsaa Forholdet mellem Lysstyrken paa hver Side af Glasset, som betinger, om det skal blive et Speil, eller om man skal kunne se tvers igjennem det. Heraf er det man benytter sig ved Fremstillingen af Aandescener, især siden man lærte at forarbeide store plane Glasskiver, har dette kunnet ske i stor Maalestok.

I Fig. 56 er vist, hvordan man indretter sig. Taskenspillerne eller Skuespillerne selv befinde sig naturligvis paa Scenen EG, hvor de af Tilskuerne ved H sees gjennem Glaspladen EF, der ikke staar lodret, men dannende en vis Vinkel med Vertikallinien. Lamperne foran Scenen er slukkede, hvorved Glaspladen selv ikke bliver synlig, ligesom Skuepladsen ogsaa er for-

holdsvis mørk. Paralelt med den store Glasskive er opstillet et almindelig plant Speil CD, usynligt for Tilskuerne. Den Person, der skal agere Aand, stiller sig op ved A og belyses stærkt ved Hjælp af et eller andet stærktlysende kunstigt Middel ved B; der vil da i Speilet CD dannes et Billede af Personen og dette forholder sig atter ligeoverfor Pladen EF som en Gjenstand. Da Personen er saameget stærkere belyst end Scenen, saa vil Glaspladen ligeoverfor Billedet i Speilet selv forholde sig som et Speil og følgelig som det ved Linier er antydet vil Tilskuerne synes at se Personen paa Scenen. Ved at lade Lyset lidt efter lidt aftage, efterlignes skuffende en lidt efter lidt for sig gaaende Opløsning af det aandigt udseende Billede. En saadan Aandefremstilling er afbildet i Tegningen 57.

Hvis man opstiller et stort Speil med Sølvbelæg paa selve Scenen nær Baggrunden, saaat det hælder bagover under en Vinkel af 45°, saa vil man i dette naturligvis fra Tilskuerpladsen faa se et Billede af Taget. Males nu Taget saaledes, at Billedet i Speilet kommer til nøiagtig at se ud som Scenens Baggrund, saa vil altsaa Tilskuerne ikke kunne se andet, end at det er den virkelige Baggrund, man har for sig. Er der nu midt i Speilet en Aabning, saa vil det, om en Person her stikker Hovedet igjennem, se ud som om dette befandt sig midt ude i Rummet enten frit svævende eller anbragt paa en Søile eller lignende; den øvrige Del af Legemet er jo nemlig skjult bag Speilet. Det er paa denne eller en lignende Maade, at Taskenspillerne fremstiller talende Hoveder m. m., og Illusionen kan være aldeles skuffende.

Det er imidlertid ikke bag Theatrets eller Taskenspillerens Lamperække, at man finder det skjønneste Exempel paa Lysets Reflektion, det er ude i selve den friske Natur. Paa vindstille Dage gjengiver ofte Søen eller de klare Fjeldvande Billedet af Skov og Eng og Fjeld saa naturtro, at man mangengang har vanskeligt for at skjelne, hvor Gjenstanden selv ophører, og dens Billede begynder. Enhver ved, hvilken Effekt en liden speilende Vandflade frembringer i et Landskabsmaleri; og der er vel ingen Tvivl om, at det netop er Vandets Speiling, der giver det største Delen af dets tiltrækkende Ynde.

Brydning. Naar Lysstraaler gaar skraat over fra et Stof til et andet, f. Ex. fra Luft ind i Vand, vil Straalerne afbøies fra den Retning, de før havde, eller brydes, som man siger. Lad saaledes i Fig. 58 L betegne Luft, V Vand, saa vil ikke Straalen ac, der falder skraat ind mod Grænsefladen vv', gaa videre i denne Retning, men brydes i Retningen cb. Perpendikulæren nc til det af Straalen trufne Punkt af Grænsefladen kaldes ogsaa her Indfaldsloddet, Straalen cb kaldes den brudte Straale; Vinklen mellem den brudte Straale og Indfaldsloddet

Fig. 57. En Aandefremstilling paa Scenen.

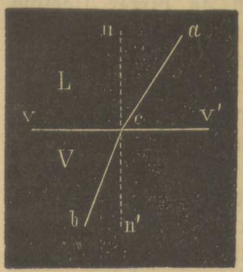

Fig. 58.

vil altsaa her være en anden end mellem den indfaldende Straale og Indfaldsloddet, men ligge i samme Plan. Kun de Straaler, som falder lodret ind mod Grænsefladen, vil ikke brydes, men fortsætte i samme Retning i det andet Stof.

Det forholder sig nu saaledes, at Straalen ved at gaa over fra et mindre tæt Stof til et tættere, vil nærme sig til Indfaldsloddet, den brudte Straale vil danne en mindre Vinkel med Indfaldsloddet end den indfaldende. Falder en Straale ab (Fig. 59), paa sin Vei gjennem Luften L, skraat ind paa en Glasplade G, vil den altsaa i Glasset bøies nærmere til Indfaldsloddet nn og naa Grænsen mellem G og L ved c; her vil den, idet den igjen træder ud fra Glasset i Luften L, paany bøies, men nu ligesaa stærkt fra Indfaldsloddet n'n' og altsaa gaa ud i Retningen cd, der er paralel med ab. Et Øie ved d vil da synes, at Straalen kommer fra a' istedetfor fra a, eller altsaa i Retningen a' er et Billede af en Gjenstand, der befinder sig ved a. Falder Straalen ab skraat ind mod et trekantet Glasprisme G, Fig. 60, saa vil den ved b bøies til Indfaldsloddet nn og gaa gjennem Glasset i Retningen bc. I c træffer den paa en ny Grændseflade fra Glas mod Luft, det brydes derfor her fra Indfaldsloddet n'n' i Retningen cd, hvor Vinklen dcn' naturligvis er lig Vinklen abn. Et Øie, som skal se Punktet a, maa altsaa befinde sig etsteds i Linien cd og vil da se Punktet i Retningen ca'.

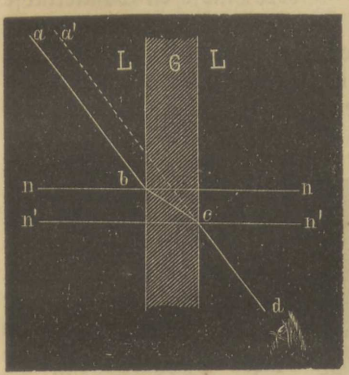

Fig. 59.

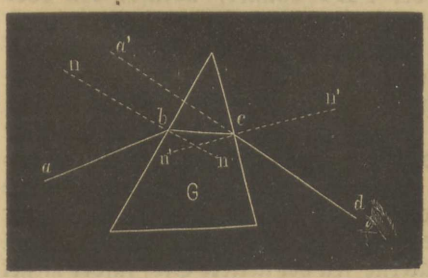

Fig. 60. Brydning gjennem Prisme.

Et lindseformet Stykke Glas, hvoraf i Fig. 61 G fremstiller et Gjennemsnit, og hvis Overflade danner Dele af en Kugleflade, kan betragtes som sam-

mensat af en hel Del smaa Prismestykker og virker ligesom disse brydende paa Straaler, som træffer det. Paa Grund af sin Form har denne Lindse den Egenskab som det hule Speil, at de paralelt indfaldende Straaler brydes saaledes, at de alle krydser hverandre i et Punkt b, der benævnes Brændpunktet eller Focus for Lindsen; og dette ligger mellem Centret c' for den forreste Kugleflade og Lindsens Midte. Omvendt vil, hvis i b et lysende Punkt befinder sig, dets Straaler, efterat have passeret Lindsen, løbe paralelt.

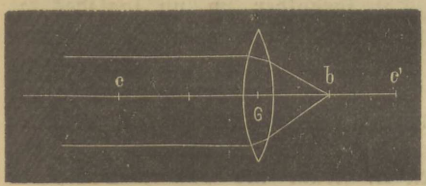

Fig. 61. Brydning gjennem Lindse.

Paa Grund af sin Egenskab saaledes at samle saavel Lys som Varmestraaler kaldes denne konvexe Lindse en Samlelindse eller et Brændglas.

Alle Straaler, som gaar gjennem Lindsens Midtpunkt G, Fig. 62, vil passere ubrudt igjennem, medens alle andre Straaler vil brydes. Opstilles saaledes udenfor den dobbelte Afstand mellem Lindsens Midtpunkt og dens Brændpunkt b en Gjenstand XY, saa vil Straalen XG gaa ubrudt igjennem, medens Straalen Xc vil brydes i Retningen ex. I Punktet x vil alle fra X til Lindsen udgaaende Straaler samles, og de danne altsaa i x et Billede af X; paa samme Maade faaes i y et Billede af Y, eller i det hele dannes et omvendt og formindsket Billede xy af XY. Hvis omvendt Gjenstanden befinder sig ved xy, imellem den enkelte og dobbelte Brændvidde, saa vil der i XY dannes, udenfor den dobbelte Brændvidde, et omvendt og forstørret Billede Jo stærkere Lindsens Krumning er, des stærkere samler den Straalerne, des nærmere ligger Brændpunktet ved Lindsen.

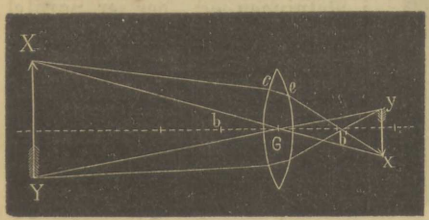

Fig. 62. Billeddannelse ved Lindsen.

Det kan undertiden hænde, at Lysstraalerne, idet de skal gaa fra et tættere Stof til et mindre tæt, f. Ex. fra Vand eller Glas til Luft, ikke træder ud i dette, men reflekteres i Berøringsfladen mellem de to Stoffe tilbage gjennem det tættere. I dette Tilfælde virker altsaa Grænsefladen aldeles som et Speil, der indtræder da, som man siger, Total-Reflektion. Dette vil være Tilfælde, naar Lysstraalerne fra det tættere Stof falder meget skraa ind mod det mindre tætte. Enhver har vistnok iagttaget

dette ved de almindelige Glasprismer, ligesom man ved flere optiske Instrumenter har benyttet sig heraf, idet der anvendes et saadant slebet Glasprisme istedetfor Speil.

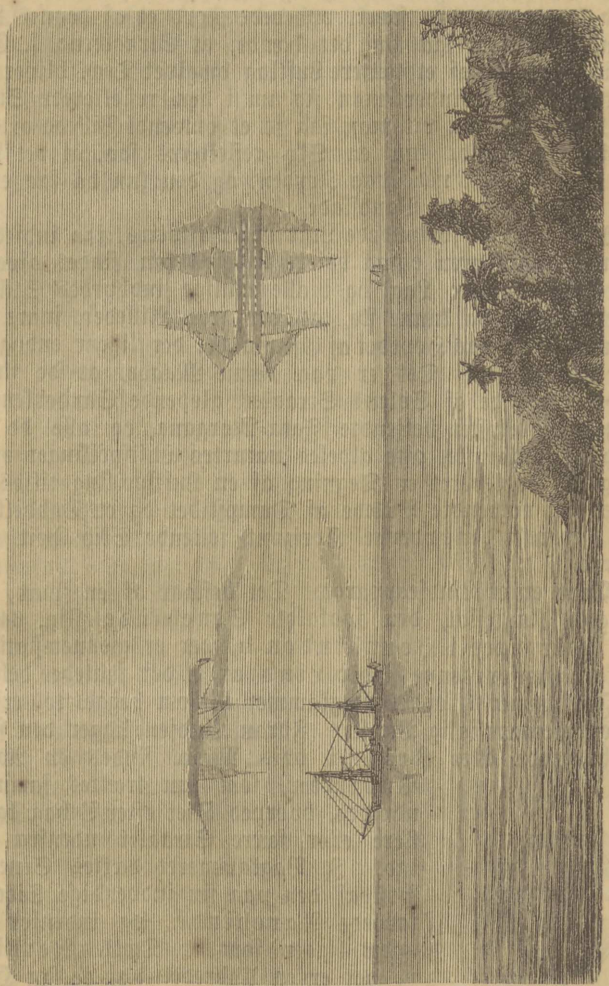

Fig. 63. Luftspeiling tilsøs.

Det er Lysets Brydning i Forbindelse med en eller flere Gange indtrædende Total-Reflektion, der giver Anledning til den især i enkelte Egne saa hyppige Luftspeiling og Fata-Morgana. Det er især paa meget varme Dage, naar Jorden

eller Vandet bliver stærkt opvarmet og som Følge deraf ogsaa de nærmeste Luftlag, som derved bliver fortyndede og stiger tilveirs, at saadanne Luftspeilinger opstaar. Der vil jo nemlig da let danne sig afvexlende tætte og mindre tætte Luftlag, som altsaa let maa kunne give Anledning til Total-Reflektioner. Ligger der saaledes over den stærkt ophedede Jord et af dennes Varme fortyndet Luftlag, saa kan det hænde, at Straalerne, f. Ex. fra et høierestaaende af et tættere Luftlag omgivet Træ, bliver totalt reflekteret, og befinder man sig nu i den reflekterede Straales Udfaldsretning, saa vil man faa se et omvendt Billede af Træet. Paa samme Maade kan en Sky reflekteres saa, at det ser ud, som om den laa nede paa Jorden, og den kan da faa en skuffende Lighed med en Vandflade.

Men da den fortyndede Luft stiger tilveirs, saa indsees det, at der i Atmosfæren ogsaa høiere tilveirs kan findes afvexlende tættere og tyndere Lag og i alle mulige indbyrdes Stillinger. Herved vil det da kunne ske, at der sees Billeder, snart opretstaaende, snart paa Hovedet af Gjenstande, der ligger endog langt under Horizonten. Det er paa denne Maade, at de skuffende Oasebilleder i de af Solens Straaler glødende Sandørkener, det fra Italiens Kyster bekjendte Fata-Morgana og alle de andre ofte høist fantastiske, ofte aldeles naturtro Luftspeilinger opstaar. I Fig. 63 er leveret en Tegning af en Luftspeiling tilsøs; man ser her det omvendte Billede af Dampskibet og et Dobbeltbillede af et større i den yderste Horizont seilende Skib høit oppe i Skyerne.

Øiet er et Lindseapparat. Det bestaar af en hvid, ugjennemsigtig Kugleskal, den saakaldte Senehinde (Fig. 64), som fortil gaar over i Hornhinden h, der er gjennemsigtig. Et Stykke bagenfor denne sidder Lindsen l, der saaledes deler Øiet i et Forkammer f, og et Bagkammer b, som begge to er fyldte med en gjennemsigtig Vædske. Foran Lindsen ligger den farvede Regnbuehinde eller Iris, i hvis Midte findes en Aabning, Pupillen, som kan trækkes sammen og udvides, hvorved Øiet efter Behag kan lade flere eller færre Straaler udenfra trænge ind. I Bagkammeret dækkes Senehinden først af den paa sin indvendige Side sortfarvede Aarehinde, og indenfor denne igjen ligger som et Dække Nethinden n, der er en Udbredelse af de fra Hjernen gjennem Aabningen o kommende Synsnerver.

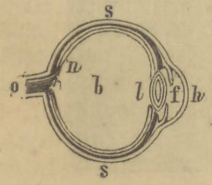

Fig. 64. Øiet.

Naar Straalerne fra en Gjenstand trænger ind til Lindsen, brydes de her og danner et omvendt Billede inde i Øiet. Forat man tydelig skal kunne se dette, er det nødvendigt, at Billedet falder nøiagtig

paa Nethinden. Men dette vilde ikke være muligt, hvis Lindsens Krumning bestandig var den samme, idet nemlig da blot Gjenstande i en vis, bestemt Afstand fra Øiet vilde give et Billede paa denne. Derfor er ved egne Muskler Øiet sat istand til at forandre Lindsens Krumning, idet den kan sammentrækkes eller udvides. Hvis man saaledes fæster Blikket paa en Gjenstand, hvis Billede altsaa falder paa Nethinden, saa vilde Billedet af en fjernere Gjenstand falde foran og af en nærmere bag denne Hinde og altsaa ikke tydelig sees; men i det samme Blikket rettes mod den fjernere Ting, vil ogsaa Lindsens Krumning blive mindre stærk, og derved Straalernes Krydsningspunkt rykkes længere tilbage, saaat Billedet falder paa Nethinden.

Der er imidlertid en Grænse for denne saakaldte Akkomodationsevne, og heller ikke besidder de forskjellige Øine den i lige Grad. Nogle Øine er ikke istand til for nærmere Afstand at trykke Lindsen nok sammen, Billedet vil falde bagenfor Nethinden, Øinene er, som man siger, *langsynte*. Andre lider af den modsatte Mangel, de kan ikke udvide Lindsen nok, til at fjernere Gjenstandes Billede falder paa Nethinden, det vil falde foran denne, Øinene er *nærsynte*. Forat afhjælpe dette benyttes *Briller*. Disse bestaar for langsynte Øine i konvexe Glaslindser, der efter det foregaaende vil samle Straalerne, saaat altsaa Billedet falder nærmere end uden Hjælp af dem. For nærsynte anvendes Glas, der er hulslebne, konkave, altsaa med Gjennemsnit som Fig. 65. Et saadant Glas spreder Straalerne, inden de træffer Øielindsen, og rykker altsaa Billedet længer tilbage.

Fig. 65.
Konkav Lindse.

For ethvert Øie er der en vis Afstand, hvori det bedst opfatter Billeder, denne kaldes den tydelige Synskreds og er den, hvori man under Læsningen uvilkaarlig holder en Bog.

Den Vinkel, hvorunder en Gjenstand sees, det vil sige den Vinkel, som Straalerne fra Gjenstandens Omkreds til Øiet danner med hinanden, kaldes *Synsvinklen*. Denne maa have en vis, om end meget liden Størrelse; bliver den for liden, sees Tingen ikke. Dette kan komme enten af, at Gjenstanden i og for sig er saa uendelig liden, at, hvor nær den end bringes, Synsvinklen bliver for liden, eller deraf, at Gjenstanden er saa fjern, at Vinklen af denne Grund bliver for liden. Forat afhjælpe disse Mangler har man opfundet de i næste Afsnit omhandlede Instrumenter.

VIII.

Mikroskop, Teleskop og Kikkert.

Mikroskopet. Menneskeaanden beskjæftiger sig ikke alene med de større Legemer, den søger ogsaa at udforske de uendelig smaa, disse hemmelighedsfulde Væsener, som intet uvæbnet Øie ser, men som dog paa Grund af sin talløse Mængde ofte har bidraget mere til Jordens nuværende Udseende og Livet paa denne, end noget af dens største levende Væsener har formaaet. Naar man ved, at hele Bjerge er dannede af saadanne Smaadyrs Skaller, medens Urverdenens Kjæmpedyr kun findes hist og her som et kolossalt Skelet, naar man ved, at saadanne Smaadyr er Aarsagen til en Mængde plagsomme Sygdomme, at man indaander dem i Luften, drikker dem i Vandet, saa indser man, at Studiet af dem bliver af største Interesse.

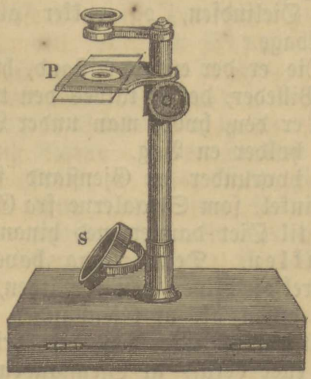

Fig. 66. Enkelt Mikroskop.

Men dette var umuligt uden Hjælp af Mikroskopet, der er et Instrument, som tjener til at forøge Størrelsen af den betragtede Gjenstand og saaledes gjør Synsvinklen stor nok, til at Øiet kan opfatte den. Man skjelner mellem det enkelte og sammensatte Mikroskop.

Det enkelte Mikroskop eller Luppen, som den almindeligvis kaldes, bestaar af en konvex Glaslindse, enten blot indfattet med en Rand og forsynet med Haandtag eller ogsaa anbragt paa et Stativ, se Fig. 66, som tillige bærer en gjennembrudt Plade P, hvorpaa Gjenstanden anbringes, samt et hult Speil S, hvorved man bliver istand til at samle flere Lysstraaler til Gjenstanden, saa at den tydeligere sees.

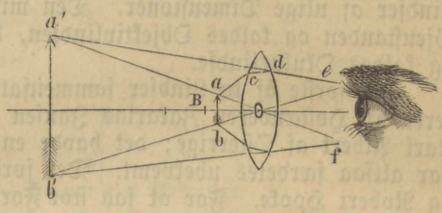

Fig. 67. Luppens Princip.

Hvis en Gjenstand opstilles indenfor Brændpunktet B af en Luppe, vil der heraf ikke dannes noget Billede paa den anden Side af Lindsen som i de før omtalte Tilfælde. Af de fra a udgaaende Straaler vil den gjennem Luppens Centrum O gaaende stryge videre i samme Retning, medens alle andre som f. Ex. a c vil brydes i Retningen d e, men ikke saa meget, at den krydser Straalen O f eller nogen af de andre fra a udgaaende Straaler. Straalerne vil ogsaa efter Gjennemgangen gjennem Lindsen løbe ud fra hinanden, og der kan følgelig intet Billede dannes her. Derimod vil det for et Øie paa den høire Side se ud, som om Straalen e d kom fra a'; Øiet vil med andre Ord se Gjenstanden a b forstørret ved a' b'. Som man ser, bliver ogsaa Billedet her opretstaaende, men der er den samme Egenskab ved dette Billede som ved Billederne ved et almindeligt Speil, at det blot tilsyneladende findes der, det er intet virkeligt Billede, som kan opfanges paa en Skjærm.

Luppen anvendes altsaa saa, at Gjenstanden anbringes paa den ene Side nær Luppen og Øiet paa den anden. Den virkelige Gjenstand synes derved forstørret og rykket længer tilbage; man forandrer nu det gjensidige Forhold mellem Gjenstand, Øie og Luppe, indtil man faar Billedet til at falde i den tydelige Synsvidde.

Brugen af Forstørrelsesglas har været kjendt fra meget gamle Tider. Allerede i Oldtiden anvendtes saaledes Glaskugler eller Balloner fyldte med Vand eller en anden gjennemsigtig og lysbrydende Væske ved Læsningen af fin Skrift, ved Graveringen af Kameer o. s. v. Nutildags bruges den slebne Glasluppe af adskillige Haandværkere, som Urmageren, Gravøren o. fl. og den er aldeles uundværlig for Videnskaben. Zoologen, Botanikeren, Mineralogen, Kemikeren, Lægen, alle maa de stadig ty til Luppen for at bestemme de smaa Dyr, Planter, Krystaller eller de endnu mindre Enkeltheder ved dem.

De forskjellige gjennemsigtige Legemer har en forskjellig Bryd-

ningsevne ligeoverfor Lysstraalerne, og jo stærkere de bryder Lyset, des større bliver under ellers lige Omstændigheder deres Forstørrelse, ligesom denne ogsaa forøges, naar Krumningen bliver stærkere. Man kan dog aldrig ved det enkelte Mikroskop eller Luppen frembringe en Længdeforstørrelse af mere end omtrent 50 Gange. Vil man derfor have denne endnu større maa man bruge

Det sammensatte Mikroskop. Hertil anvendes to Linser af ulige Dimensioner. Den mindste anbringes nærmest Gjenstanden og kaldes Objektivlinsen, den største nærmest Øiet og kaldes Okularlinse.

Det første af to Linser sammensatte Mikroskop blev fabrikeret af Hollænderen Zakarias Jansen og overrakt Erkehertug Karl Albert af Østerrige; det havde en Længde af to Meter og var altsaa særdeles ubekvemt. Det forbedredes siden af Galilæi og Robert Hooke. For at faa stor Forstørrelse maatte man anvende meget stærktbrydende Linser, men der viste sig nu, naar man vilde drive Længdeforstørrelsen paa denne Maade udover 150 til 200 Gange, en Hindring, som syntes uovervindelig, og som ogsaa i vel 200 Aar hindrede Mikroskopets videre Udvikling.

Denne Hindring skrev sig fra den Omstændighed, at Lyset, naar det gaar over fra et Medium til et andet, f. Ex. fra Luft ind i Glas, ikke alene brydes eller afbøies fra sin Retning, men ogsaa opløses i flere Straaler med hver sin forskjellige Farve, noget som nærmere vil blive omtalt i Afsnittet om Spektralanalysen. Det almindelige hvide Lys bestaar nemlig af flere Farver, som ikke brydes ligemeget, og som derfor ved Gjennemgangen gjennem et andet Medium afbøies i mere eller mindre Grad og saaledes kommer adskilte ud. Istedetfor en lys Plet, vil man derfor faa en Plet med forskjellige, adskilte Farver, hvad der nødvendigvis vil forstyrre Billedet. Hvis Linsen kun har en svag Krumning, vil Forskjellen i Afbøiningen hos de forskjellige Farver være saa liden, at de nogetnær dække hverandre, og man faar da Indtrykket af hvidt Lys; men naar Krumningen bliver stærkere, gjør de forvildende Farver sig ogsaa stærkere gjældende og forstyrrer tilslut, naar Linsen, som omtalt, giver en Forstørrelse af 150—200, aldeles det dannede Billede.

Først i 1757 lykkedes det en Optiker i London ved Navn Dollond at fabrikere Linser, som ikke led af denne Mangel, saakaldte *akromatiske Linser.* Han naaede til dette Resultat ved at forene to Linser af forskjellige Sorter Glas med ulige Brydningsevne. Han benyttede en Linse af Kronglas, hvis begge Overflader var konvexe, og en anden af Flintglas med konkav Overflade paa den ene Side og konvex paa den anden. Fra nu af kunde man drive Mikroskopets Forstørrelse videre, og man har nu saadanne Instrumenter med en Længdeforstørrelse af indtil 1200.

Det sammensatte Mikroskop bestaar som allerede nævnt af en Objektiv- og en Okularlindse, der har konvex Overflade paa begge Sider eller er bikonvexe, som man siger. Gjenstanden A B anbringes imellem den enkelte og dobbelte Brændvidde af Objektivlindsen O, hvorved der efter Pag. 92, vil dannes et forstørret og omvendt Billede a b paa den anden Side udenfor den dobbelte Brændvidde. Nu anbringes her Okularlindsen P

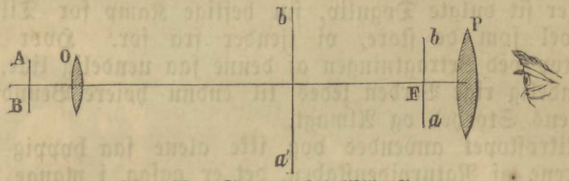

Fig. 68. Sammensat Mikroskop.

saaledes, at Billedet a b falder indenfor dettes Brændvidde, hvorved der, som ved Luppen Pag. 97 forklaret, heraf igjen vil dannes et tilsyneladende Billede a' b', der staar opret i Forhold til a b og atter er forstørret. Okularlindsen er altsaa ikke andet end en Luppe, hvorigjennem man betragter, ikke selve Gjenstanden, men dens indtil de mindste Detailler aldeles tro Billede, der allerede før gjennem Objektivet er bleven forstørret.

For at ikke andre Straaler udenfra skal virke forstyrrende ind paa Billedet, er saavel Okular som Objektiv indfattede i et indvendig sortfarvet Rør, der er indrettet som paa Fig. 69 vist. Gjenstanden anbringes paa det gjennembrudte Bord B og bliver nedenfra oplyst i stærk Grad ved Hjælp af Hulspeilet D, som ved Skruen A kan stilles saaledes, at Dagslysets Straaler falder ind paa det. Ved C er Objektivlindsen anbragt i den ene Ende af Røret og ved F er Okularet, der ved Skruen E kan bringes nærmere til eller længere fra Objektivet og saaledes sætter Observatoren istand til at lade Billedet falde i den tydelige Synsvidde.

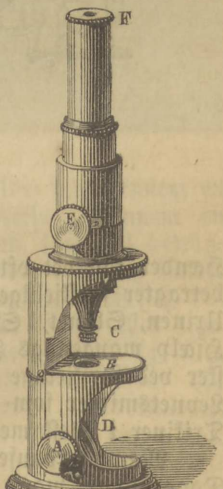

Fig. 69.
Sammensat Mikroskop.

Naar man taler om et Mikroskops Forstørrelse, mener man gjerne Længdeforstørrelsen. Dets Overfladeforstørrelse bliver da Kvadratet af dette Tal; hvis saaledes Længden forøges 100 Gange, forøges Overfladen 10000 Gange. Jo stærkere brydende Lindserne er, des større bliver Forøgelsen, men man maa, som nævnt, ved meget stærke Forstørrelser anvende akromatiske Lindser.

Mikroskopet fortæller os de underligste, de mest utrolige Ting.

Det opruller for os en hel ny, aldrig før anet Verden. Det forbauser os ved den Orden og Lovmæssighed, som det viser selv i det allermindste, i den fineste Plantetrevle, i det neppe synlige Øie hos Insektet. Hvor slagne af Forundring staar vi ikke, naar det i en Draabe urent Vand, hentet fra Rendestenen eller en Myrput, eller lidt raadnende organiskEmne, viser os Myriader af levende Væsner, Smaadyr med hver sin fuldkomne Organisation, og som her fører sit dulgte Døgnliv, sin heftige Kamp for Tilværelsen ligesaavel som de store, vi kjender fra før. Hvor maa vi ikke netop ved Betragtningen af denne saa uendelig lille, og dog saa uendelig rige Verden ledes til endnu høiere Beundring for Skaberens Storhed og Almagt.

Mikroskopet anvendes dog ikke alene saa hyppig i næsten alle Grene af Naturvidenskaben, det er ogsaa i mange Tilfælde af uberegnelig Nytte for det rent praktiske Liv. I Lægens

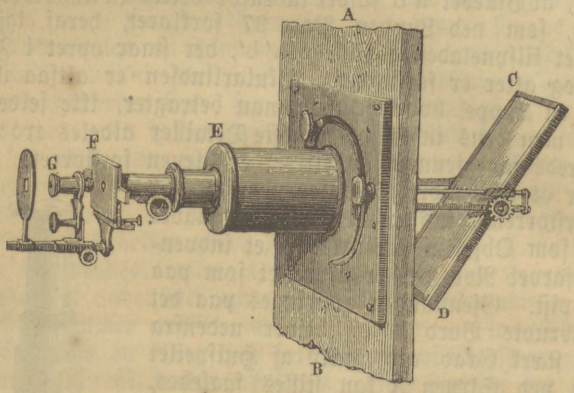

Fig. 70. Solarmikroskopet.

Hænder kan det ofte angive en Sygdoms Art, idet han blot deri betragter forskjellige af Legemets Vædsker, som Blodet, Melken Urinen, Slimet, Spyttet o. s. v. Endvidere opdages ved dets Hjælp mangeslags Forfalskninger, som saa hyppig i vore Dage sker ved forskjellige Gjenstande, som Garn, Silke, Uld, etc., eller Levnetsmidler som Mel, Stivelse, eller Sygdomme ved dem som Trikiner i Flesk med mere.

Man forbauses over Teknikens store Fremskridt i vore Dage, naar man hører, at man ved egne Maskiner har formaaet at inddele en Millimeter i endog 1000 ligestore Dele. Betragter man i Mikroskopet en saaledes delt Millimeter, ser man aldeles tydelig enhver Delstreg, og man har paa denne Maade faaet Maal paa uendelig smaa Gjenstande; saaledes har man fundet, at Blodkuglen kun er $^1/_{152}$ Millimeter i Gjennemsnit.

Solarmikroskopet (Fig. 70) giver ved en enkelt bikonvex Lindse et særdeles forstørret Billede af en Gjenstand, som stærkt oplyses ved Hjælp af Sollys. Man lader til dette Die-

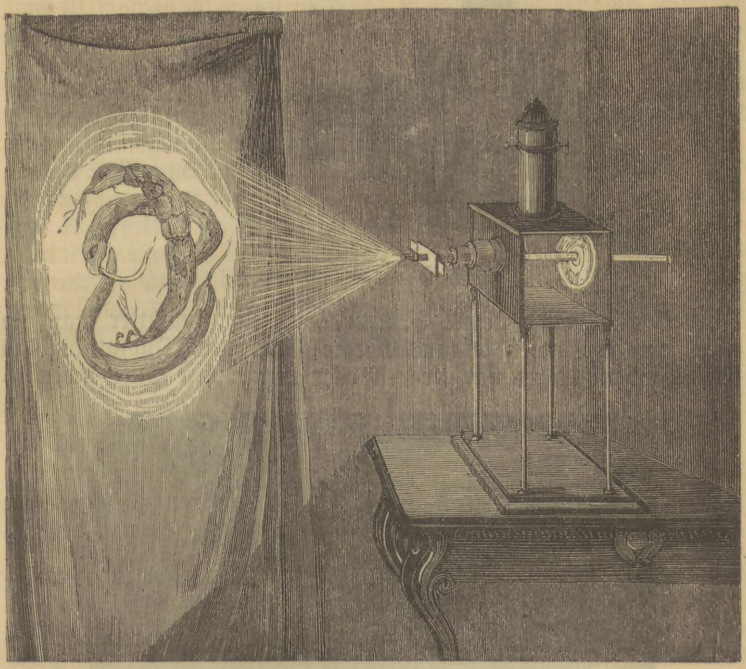

Fig. 71. Solarmikroskopet.

med en Bundt Solstraaler ved et Speil falde ind gjennem en liden Aabning i et ellers aldeles mørkt Værelse. Gjennem en Lindse samles disse Straaler til den Gjenstand, som skal betragtes, og hvoraf der ved en foran den opstillet bikonvex Lindse dannes et omvendt og forstørret Billede, som opfanges (se Fig. 71) enten paa en gjennemskinnelig Skjærm af oliet Lærred eller matslebet Glas, paa hvis Bagside da Tilskuerne befinder sig, eller ogsaa paa en ugjennemsigtig Skjærm, som betragtes forfra. Jo længer Skjærmen fjernes fra Lindsen, des større bliver Billedet, men det taber i Tydelighed, naar Afstanden bliver meget stor.

Det bekjendte Legetøi Laterna magica, hvoraf Fig. 72 giver et Gjennemsnit, er et lignende Apparat, hvor man istedetfor Sollys anvender en stærktlysende Lampe. Straalerne fra denne reflekteres ved et hult Metalspeil p q, og det saaledes forstærkede Lys samles end mere af Lindsen C og oplyser stærkt den paa Glaspladen *l l* anbragte Gjenstand. Af denne dannes ved Hjælp af den konvexe Lindse D et forstørret Billede P Q paa en Skjærm.

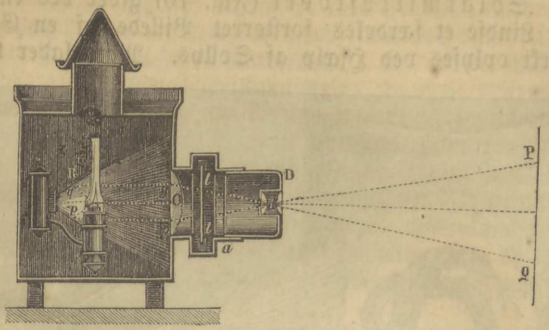

Fig. 72. Laterna magica.

Istedetfor at have denne Skjærm bevægelig, indretter man sig helst saa, at Linsen D kan bevæges, idet dens Indfatning kan skyves indeni Røret nærmere til eller længer fra Glaspladen *l l*.

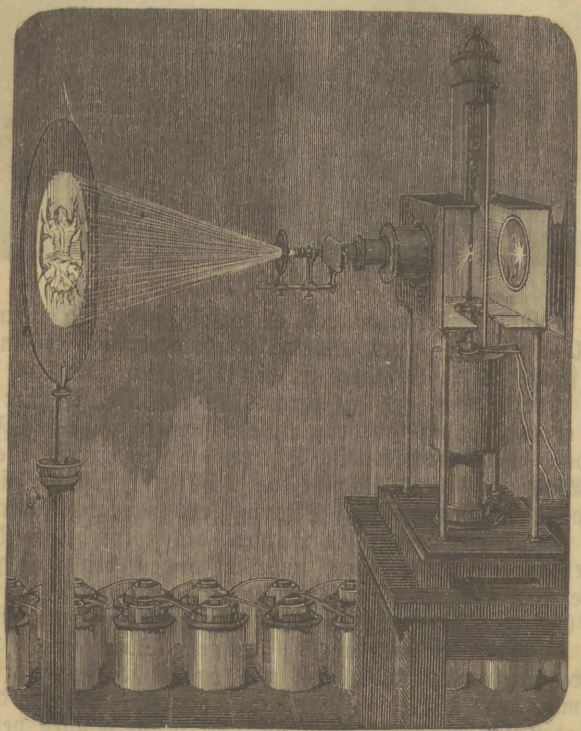

Fig. 73. Mikroskop med elektrisk Lys.

Man kan paa denne Maade faa en uhyre Forstørrelse, men, som sagt, taber Billedet i Tydelighed, jo mere det tiltager i Størrelse.

Man kan istedetfor Sol- eller Lampelys anvende elektrisk Lys til Belysning af Gjenstanden som ved Fig. 73 vist, hvorved man bliver uafhængig af Tiden og Veiret og saaledes kan anvende det naarsomhelst.

Det følger af det foregaaende, da der overalt er benyttet gjennemfaldende Lys, at Gjenstanden, som skal betragtes, maa være i al Fald til en vis Grad gjennemsigtig.

Teleskopet. Saavel Teleskopet som Kikkerten benyttes ved Betragtningen af Gjenstande, der er for fjerne, til at Øiet kan faa et tydeligt Billede af dem. Man kan anvende enten Hulspeil eller Lindser, og man kunde derefter inddele Teleskopet eller Kikkerten i Speilkikkerter og Lindsekikkerter; i Almindelighed forstaaes dog ved et Teleskop en Speilkikkert, og Navnet Kikkert anvendes nærmest om de, som har Lindser.

Gregorys Teleskop bestaar af en lang Kobbercylinder A B (Fig. 74), ved hvis ene Ende er fæstet et konkavt Speil

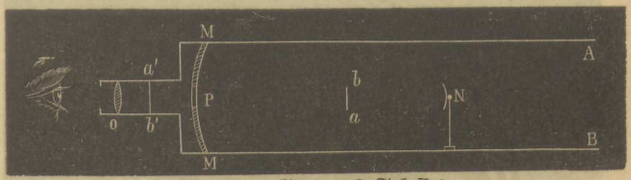

Fig. 74. Gregorys Teleskop.

M M med en Aabning P i Centret. Dette Speil kaldes Objektivet. Ved N befinder sig et andet Hulspeil, kun lidt større end Midtaabningen i M og med en Indretning, hvorved det kan flyttes noget frem eller tilbage. Endvidere er der i den bagre Ende af Røret A B indsat et smalere Rør, forsynet med en bikonvex Lindse eller en Luppe O, der kaldes Okularet.

Naar nu Teleskopets Aabning rettes mod en Gjenstand f. Ex. en Stjerne, vil Straalerne fra denne reflekteres i det hule Speil M og danne et Billede a b. Speilet N stilles saa, at dette Billede falder lidt udenfor dets Brændvidde, og der vil da dannes et omvendt og forstørret Billede a' b' indenfor Brændpunktet af Luppen O, hvorved man faar et paany forstørret Billede heraf, som ved Luppen forklaret.

Newtons Teleskop. Da ved Midtaabningen i Speilet M dette mister en større Del af sin Flade, og de centrale Straaler netop er de virkningsfuldeste, fandt Newton paa at forbedre dette Teleskop ved i Stedet for N at anbringe et plant Speil med en Hældning af 45° mod Rørets Axe imellem Speilet M og Billedet a b. Herved bringes Straalerne til at reflekteres hen i et mindre, lodret paa Teleskoprøret anbragt Rør og her danne et

Billede, som betragtes gjennem en i dette lille Rør indsat Luppe. Forat kunne stille dette Teleskop rigtigt er det forsynet med en almindelig Kikkert, der er anbragt udenpaa Teleskopets store Rør og parallelt med dettes Axe, med dette opsøges da den Gjenstand, man vil betragte, og er den funden, vil der ogsaa sees et Billede af den i det store Teleskop.

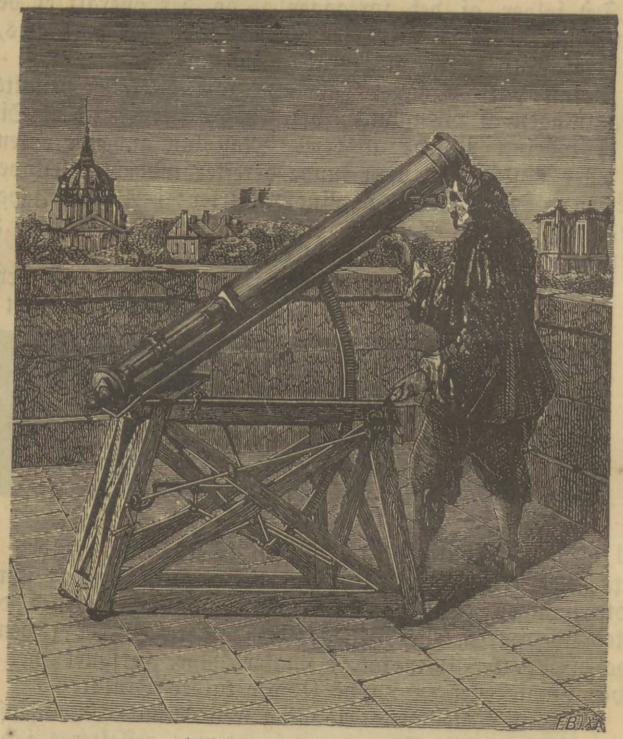

Fig. 75. Newtons Teleskop.

Herschels Teleskop. Astronomen William Herschel, som virkede i Slutningen af forrige og Begyndelsen af dette Aarhundrede, har især gjort sig bekjendt ved de uhyre Dimensioner af de Teleskoper, han konstruerede. Han var egentlig Musiker, men ved et Tilfælde fik han fat i et Teleskop og blev henreven af de Undere, som Stjernehimmelen herigjennem aabenbarede ham.

Hans Instrument forstørrede ikke synderlig meget; men til at kjøbe et noget større havde han ikke Raad. Han besluttede da selv at konstruere et. Paa denne Maade lededes han til at blive Mathematiker og Optiker, og i 1781 havde han fabrikeret

mere end 400 Teleskopspeile. De store Herschelske Teleskoper bestod blot af et konkavt Metalspeil, anbragt ved Bunden af et stort Rør af Kobber eller Træ. Speilet har en svagthældende Stilling, saaat Billedet falder udenfor Rørets Axe ved det nederste af dets Munding, hvor man kan betragte det gjennem en Luppe. Denne hældende Stilling gav han det, forat ikke Observatørens Legeme skulde borttage noget af Lysstraalerne.

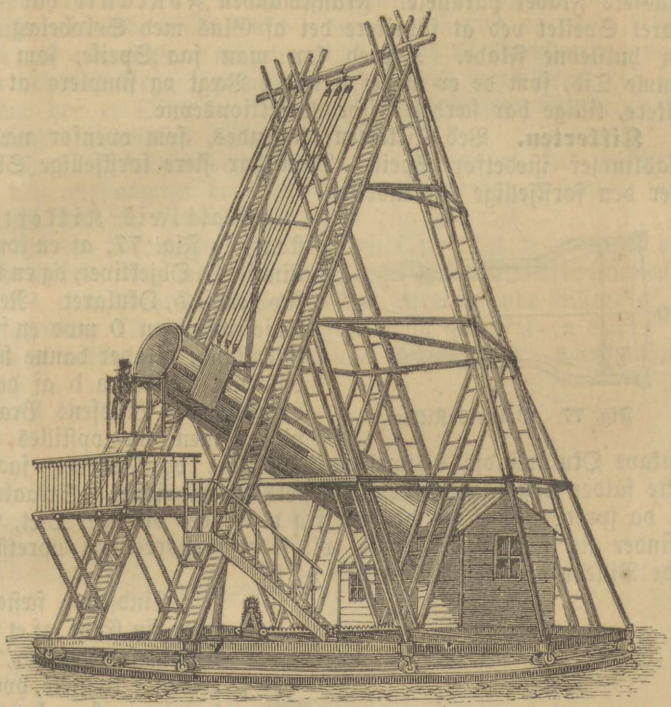

Fig. 76. Herschels Kjæmpeteleskop.

Det største Teleskop, Herschel arbeidede, havde et Rør paa 12 Meters (38 Fod) Længde og en Diameter af 1¼ Meter (4 Fod). Alene Speilet veiede 1000 Kilogram. Det havde en Forstørrelse af indtil over 6000 Gange. Det gjælder ved saa store Forstørrelser at faa Billedet stærkest mulig belyst, da det ellers vil blive for mat til at give et tydeligt Billede, derfor maa man anvende saa store Diametre af Speilet og følgelig ogsaa af Røret. At stille et saadant uhyre Instrument er naturligvis en vanskelig Sag, og der maatte derfor, som Figuren viser, et meget stort Apparat af Stænger, Touge og Trindser til, ligesom den hele Stillads hvilede paa Ruller og kunde ved Hjælp af en

Vinde dreies rundt. Senere har en anden Englænder, Lord Ross, konstrueret endnu større Teleskoper end Herschels.

Speilene er af saakaldet Speilmetal, en Legering af Kobber og Tin, men de bliver snart matte og forandrer undertiden paa Grund af den uhyre Tyngde sin Krumning, hvorfor de ikke er hensigtsmæssige. Glasspeil med Kviksølvbelæg paa Bagsiden kan ikke anvendes, da det er godtsom umuligt at faa begge Glassets Flader parallele. Franskmanden Foucault har forbedret Speilet ved at fabrikere det af Glas med Sølvbelæg paa den hulslebne Flade. Herved kan man faa Speile, som paa samme Tid, som de er meget lettere i Vægt og simplere at fabrikere, tillige har særdeles stor Reflektionsevne.

Kikkerten. Ved Kikkerten anvendes, som ovenfor nævnt, Glaslindser istedetfor Speil. Man har flere forskjellige Slags efter den forskjellige Anvendelse.

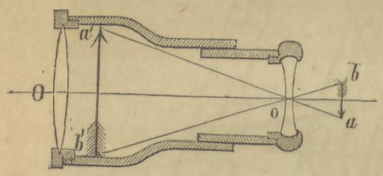

Fig. 77. Galileis Kikkert.

Galilæis Kikkert bestaar, se Fig. 77, af en konvex Lindse O, Objektivet, og en konkav Lindse o, Okularet. Rettes Objektivlindsen O mod en fjern Gjenstand, vil der danne sig et omvendt Billede a b af denne omtrent ved Lindsens Brændvidde, men nu opstilles den konkave Okularlindse o imellem Objektivet og Billedet, saa at dette falder noget indenfor Okularets Brændvidde. Straalerne vil da spredes, som om de kom fra a' b', det vil sige, Øiet, som befinder sig strax bagenfor o, vil se et forstørret og opretstaaende Billede af Gjenstanden ved a' b'.

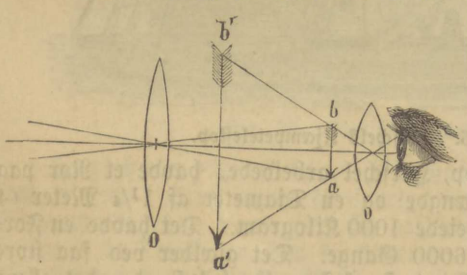

Fig. 78. Keplers Kikkert.

Lindserne fæstes i hver sin Ende af et indvendig sværtet Rør, der er delt i to Dele, hvoraf den ene kan bevæges indeni den anden; dette er nødvendigt, baade fordi Billedet a b, naar Gjenstanden rykker nærmere, fjerner sig fra o, der paa sin Side altid maa have samme Afstand fra a b, og fordi man maa kunne stille o saa, at Billedet a' b' falder i den tydelige Synsvidde. Almindeligvis forenes to saadanne Kikkerter, saaat man faar en for hvert Øie. Man benævner dem ofte Theaterkikkerter.

Kepplers eller den astronomiske Kikkert. Ved

denne er, se Fig. 78, baade Objektivet O og Okularetet o konvexe Lindser, hvoraf den første er stor og har svag Krumning eller, hvad der er det samme, stor Brændvidde, medens den sidste er liden og har stærk Krumning eller liden Brændvidde.

Rettes Objektivet O mod en fjern Gjenstand, vil der omtrent i dettes Brændvidde dannes et omvendt Billede a b, dette Billede betragtes som ved Luppen gjennem Okularet o, som har mindre Afstand fra a b end dets Brændvidde, og det vil da give et tilsyneladende Billede a′ b′, der er forstørret og opret i Forhold til a b, altsaa omvendt i Forhold til Gjenstanden, noget som ved dets Brug som astronomisk Kikkert ingen Betydning har. Ogsaa her er Okularet bevægeligt forat bringe Billedet i den tydelige Synsviddes Afstand fra Øiet.

Den almindelige Kikkert. Denne er kun forskjellig fra den astronomiske deri, at den har nok en konvex Lindse, forat ikke Billedet skal komme til at staa paa Hovedet.

Af den betragtede Gjenstand vil Objektivet 1 levere et omvendt Billede b a, men idet Straalerne herfra passerer Lindsen 2, dannes et i Forhold til Gjenstanden opretstaaende Billede a′ b′, der gjennem Okularet 3 betragtes som gjennem en Luppe og giver et forstørret og opretstaaende Billede a″ b″, naar 3 brin-

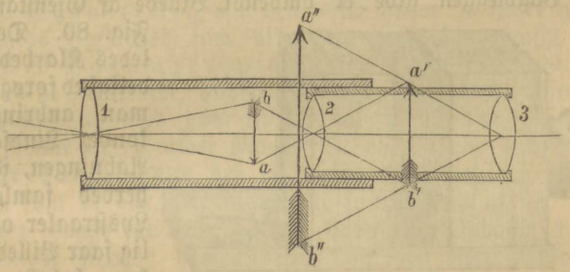

Fig. 79. Den almindelige Kikkert.

ges nærmere til a′ b′ end dets Brændvidde. Okularet og den midterste Lindse er her gjerne forenet i samme Rør, og dette kan af samme Hensyn, som under den Keplerske Kikkert omtalt, bevæges indeni Røret for Objektivlindsen.

IX.

Daguerrotypi og Fotografi.

Camera obscura. Det saakaldte Camera obscura bestaar blot af en Kasse, der indvendig er sværtet, og i hvis Forvæg der er et lidet rundt Hul, medens Bagvæggen bestaar af en gjen-

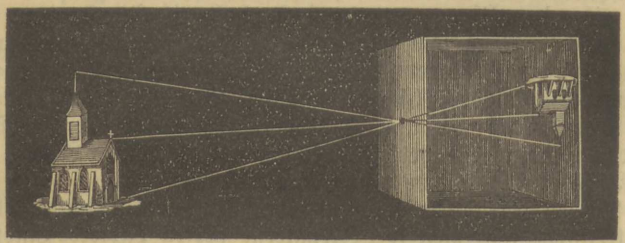

Fig. 80. Camera obscura.

nemskinnelig Skjærm f. Ex. en matsleben Glasplade. Straalerne fra en Gjenstand udenfor vil trænge gjennem den lille Aabning og paa Bagvæggen give et omvendt Billede af Gjenstanden, se Fig. 80. Dette Billedes Klarhed og Tydelighed forøges, naar man anbringer en konvex Linse foran Aabningen, idet man herved samler flere Lysstraaler og følgelig faar Billedet stærkere belyst. Glaspladen maa ogsaa være anbragt saaledes, at den kan flyttes frem og tilbage forat stilles paa det Sted, hvor Billedet er tydeligst. Dette opnaaes enten ved, at Kassen er i to Dele, saa at den bagre Del kan skyves ind i den forreste, se Fig. 81, eller derved, at det bagerste af Kammeret dannes af foldet Skind, som tillader den hertil føiede Indfatning for Glaspladen at bevæges. I et kort Messingrør fæstes Linsen til den forreste Ende af Kassen.

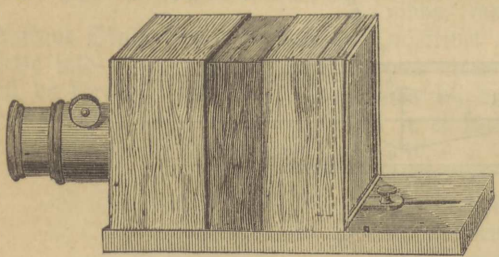

Fig. 81. Camera obscura til Fotografi.

Daguerrotypi. En fransk Løitnant ved Navn Niepce begyndte i Aaret 1813 at spekulere paa Midler til at faa det i Camera obscura dannede Billede fæstet, det vil altsaa sige, paa at bringe selve Lysstraalerne til at tegne et varigt Billede, der kunde blive staaende paa Skjærmen, selv efterat denne var taget

ud af Cameraet, og det lykkedes ham ogsaa efter et halvt Snes Aars Forløb. Der gives flere opløselige Stoffe, som, udsat kortere eller længere Tid for Lysets Paavirkning, lider en saadan Forandring, at de ikke længer opløses; man bliver derved istand til at afvaske de ikke forandrede Partier, medens de forandrede bliver staaende paa Pladen. En Gjenstands Lys og Skyggepartier vil herefter, naar der af denne i et Camera obscura dannes et Billede paa en Plade, der er belagt med et saadant kemisk Stof, virke forskjelligt, Lyspartierne vil indvirke paa Pladen, Skyggepartierne ikke, Halvskyggerne blot delvis. Afvaskes nu de uforandrede Dele, har man et Billede, hvor Lyspartierne er belagte med det nu uopløselige Stof.

Ved Niepces Fremgangsmaade var imidlertid næsten en hel Dag nødvendig til at frembringe Billedet, da det af ham anvendte Stof var altfor lidet modtageligt for Lysstraalernes Indvirkning. Hans Opfindelse var altsaa endnu lidet praktisk anvendelig, ligesom han ogsaa kun havde til Hensigt at skaffe Billeder paa Kobberplader, som ved derpaafølgende Ætsning kunde anvendes til Trykning; det var altsaa i Kobberstikkets Tjeneste han egentlig arbeidede. Han kaldte sin Kunst Heliografi.

Men samtidig beskjæftigede en fransk Maler sig med lignende Forsøg, uden at han dog endnu havde naaet til noget Resultat. Han hed Daguerre og var den, efter hvem de første af Solen selv tegnede Portræter, som vi endnu ser i saa mangt et Hus, fik Navn af Daguerrotypier. Han hørte Tale om Niepces Forsøg og de Resultater, hvortil denne var kommen, opsøgte ham og forbandt sig med ham til den videre Udvikling af Kunsten, ligesom denne fik et andet Maal end det, Niepce havde sat sig; Daguerre vilde benytte den til at fremstille Billeder, der skulde forblive, som de var, ikke blot tjene som Grundlag for Gravür.

Efter mange famlende Forsøg, stadige nye Opdagelser, stadige Forbedringer naaede han endelig, dog først efter Niepces Død, i Aaret 1839 til Maalet og fik af den franske Regjering for sin Fortjeneste i denne Retning en aarlig Pension af 6000 Francs, ligesom Niepces Søn fik 4000. Han døde i 1851.

Daguerre gik frem paa følgende Maade: Efter at have skaffet sig en ganske tynd Kobberplade, pletteres denne med et tyndt Lag Sølv, hvorpaa den sølvpletterede Plade udsættes for Joddampes Indvirkning. Der dannes herved et Belæg af Jodsølv, der har den Egenskab, at det lider en kemisk Dekomposition ved Paavirkningen af Lyset. Udsættes nu denne Plade i et Camera obscura for Lysstraalerne fra en Gjenstand, vil Pladen blive i mere og mindre Grad paavirket af dennes Lys, efterhvor dette er stærkere eller svagere, medens de aldeles mørke Skyggepartier ingen Indvirkning vil have. Imidlertid fremkommer ikke endnu herved noget synligt Billede; dette sker først, naar man efter en

længere Tids Paavirkning udsætter Pladen for Dampen af Kvikfølv, der svagt opvarmes. Kvikfølvdampen vil da udelukkende slaa sig ned paa de af Lyset paavirkede Dele af Pladen, medens det lader Skyggepartierne uberørte, saa at man altsaa paa de lyse Dele faar et Kvikfølvbelæg, medens de andre Dele fremdeles bedækkes af Jodsølvet.

Nu har man altsaa faaet frem et Billede; men da Jodsølvet dekomponeres i Lyset, vilde dette snart forandre sig, det er et ubestandigt Billede, og man maa derfor, som man siger, fixere det. Man overgyder derfor Pladen med undersvovlsyrligt Natron. Dette opløser Jodsølvet, som paa denne Maade afvaskes, medens det ingen Virkning har paa Kvikfølvet, der altsaa

Fig. 82. Daguerre.

bliver som før, medens paa de af Jodsølvet dækkede Dele det underliggende Sølvbelæg træder frem. Billedets Lyspartier kommer saaledes til at dannes af det stærkt speilende Kvikfølv, medens Skyggepartierne bestaar af det noget ru Sølvbelæg.

Selv Jodsølvbelægget maatte dog for at give et skarpt Billede udsættes i henved et Kvarter for Lysets Paavirkning, hvad der endnu gjorde det umuligt at anvende den nye Kunst til at afbilde levende Væsener. Det var nødvendig at skaffe sig et endnu følsommere Belæg. Dette opnaaede man ved at overgyde den joderte Plade med Jodklorvr eller Saltsyre, og man kunde nu anvende den nye Kunst til Portrættering.

Saadanne Daguerrotypbilleder taber sig med Tiden; dette

undgaaes, ligesom man ogsaa faar det skarpere fremtrædende, ved foruden undersvovlsyrligt Natron tillige at anvende en Opløsning af Guldklorvr til Fixeringen og opvarme Pladen svagt. Den bedækkes derved med et ganske tyndt Guldbelæg, som gjør, at Sølvet ikke mere speiler, medens Guldet træder i Forbindelse med Kviksølvet til et endnu stærkere lysende Amalgam.

Fotografi. Daguerrotypierne er vistnok ogsaa Fotografier, men i mere indskrænket og almindelig Forstand bruges dette sidste Navn blot om Billeder fremstillede ved Hjælp af Camera obscura paa Papir. Denne Methode har store Fordele fremfor den nys beskrevne, især deri, at man paa denne Maade, naar først et Billede enten paa Glas eller Papir er taget i Camera obscura, kan uden dettes Hjælp faa saamange Kopier, man vil, hvad der ikke gaar an ved Daguerrotypi. Men Fotografierne udmærker sig ogsaa ved en langt større Bestandighed, Skjønhed og Billighed i høi Grad fremfor de ubehageligt speilende, let ødelæggelige Daguerrotypier, der i Regelen ogsaa med Tiden taber sig og ofte ganske forsvinder. Fotografien har derfor ogsaa faaet en umaadelig Anvendelse i hele den civiliserede Verden ikke alene til Mangfoldiggjørelse af Portrætter, men ogsaa til Fremstilling af alskens andre Billeder, til glimrende Gjengivelse af Malerier og andre Kunstgjenstande, ligesom ogsaa Videnskaben har taget den nye Kunst i sin Tjeneste for at skaffe tro Tegninger af de Emner, hvormed den beskjæftiger sig.

Denne uskatterlige Forbedring i Fremstillingen af varige Billeder ved Camera obscura skyldes Englænderen Fox Talbot og vandt i 1845 Udbredelse i Europa. Den grunder sig ligesom Daguerrotypien paa de Forandringer, som enkelte Sølvsalte lider ved at udsættes for Lyset; men medens man ved denne benyttede sig af, at Kviksølvdampe kun slaar sig ned paa de af Lyset paavirkede Dele, kommer ved Fotografien til Anvendelse den Egenskab ved de saaledes belyste Partier, at Sølvsaltet her bliver mørkt, medens de ubelyste Dele fremdeles er farveløse. Denne Sværtning gaar særdeles hurtig for sig, naar man tilsætter enten Gallussyre eller Jernvitriol; den sker næsten øieblikkeligt, selv om Lyset har virket en ganske kort Tid, og intet synligt Billede endnu er fremkommet.

Man gaar frem paa følgende Maade. Et Stykke Papir gjennemtrækkes først med en Opløsning af Jodnatrium eller Klornatrium, og derpaa behandles det med salpetersurt Sølvoxyd (Helvedesssten) i Opløsning. Sølvet forener sig med Jod eller Klor og danner et endog ind i Papirets Porer trængende tyndt Lag af Jodsølv eller Klorsølv. Denne Papirplade indsættes derpaa i et Camera obscura, saa at Billedet af den Gjenstand, man vil fremstille, falder paa det; den behøver blot i omtrent et halvt Minut at være udsat for Straalerne fra den skarpt

belyste Gjenstand, for at Indvirkningen af Lyset er tilstrækkelig til Sølvsaltets Forandring. Pladen tages nu ud og overgydes med en Opløsning af Gallussyre, hvorved Billedet strax fremtræder. Det følger af sig selv, at Papiret saavel før som efter Indbringningen i Cameraet maa være anbragt i en Kapsel saaledes, at Lyset ikke kan trænge ind til det, før det er indstillet paa sin rette Plads, og at Overgydningen med Gallussyre maa ske i et mørkt Rum.

Dette Billede kaldes negativt, da det bliver mørkt, hvor Gjenstanden er lys og omvendt. Førend man nu videre benytter dette til deraf at tage et positivt Billede, det vil sige, et Billede, som har Lys og Skygge som Gjenstanden selv, maa det fixeres. Dette sker som ved Daguerrotypierne derved, at man skyller det af i undersvovlsyrligt Natron, der opløser de af Lyset upaavirkede og derfor opløselige Dele af Jodsølv- eller Klorsølvbelægget, medens de belyste og altsaa sværtede Partier ikke opløses. Ogsaa denne Fixering maa ske i mørkt Rum, men nu kan Billedet bringes ud i Lyset, uden at dette vil have nogen Indvirkning paa det, da jo nu det af Lyset paavirkelige Sølvsalt er fjernet.

Lægges det negative Billede over et paa samme Maade præpareret Papirstykke, udsættes det hele i et Kvarters Tid for Sollyset eller for almindeligt Dagslys i en Tid af fra en halv til fire Timer efter Lysets Styrke, saa vil der fremkomme et positivt Billede ved Behandling med Gallussyre, som før. Da nemlig de Partier af det negative Billede, som er mørke, ikke lader Lyset slippe igjennem til det underliggende Papir, saa vil dettes Jodsølvbelæg ingen Forandring lide der, medens det vil sværtes paa de Steder, hvor det negative Billede er lyst og kan lade Lys skinne igjennem. Naar nu dette Billede er fixeret paa samme Maade som det negative, har man faaet en naturtro og særdeles virkningsfuld Tegning af Gjenstanden; den tørres og opklæbes paa Pap, og saaledes er Fotografiet færdigt. Man ser, at man af det negative Billede let kan skaffe sig saamange positive Billeder, man vil, ligesom man ogsaa kan anvende et saadant til flere negative Billeder, om man saa ønsker.

Man benytter sig dog nu ikke mere af Papir til at tage det negative Billede, siden man i 1847 opfandt hertil at bruge Glas, der var overdraget med et tyndt Lag af et gjennemsigtigt organisk Stof. Som saadant benyttedes først Æggehvide, nu Collodium. Dette sidste medvirker saa stærkt til Jodsølvets Følsomhed for Lyset, at man endog er istand til at fremstille gode Billeder af Ting i Bevægelse. Man gaar forøvrigt frem aldeles paa samme Maade som før omtalt, og det positive Billede tages paa Papir ved at lægges under Glaspladen, hvorpaa det negative Billede findes.

X.

Stereoskopet.

Enhver Gjenstand, som vi betragter, giver paa Øiets Nethinde et Billede; men dette Billede er ikke lige for begge Øine, naar Gjenstanden ikke er altfor fjern. Dette er noget, som sikkert enhver har lagt Mærke til ved afvexlende at lukke et af Øinene og kun se med det andet. Stiller man saaledes op for

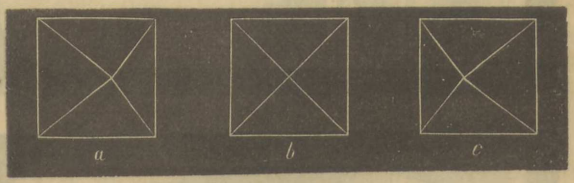

Fig. 83.

sig, midt imellem Øinene en Pyramide, som b, Fig. 83, saa vil denne, om det venstre Øie lukkes, se ud som c, om det høire lukkes, som a.

Dette kommer deraf, at Øinene er stillede et Stykke fra hinanden, og at Gjenstanden for hvert Øie ikke sees fra samme Synspunkt, og Billedet i hvert af dem derfor bliver noget forskjelligt. Betragtes Gjenstanden samtidigt med begge Øine, ser man altsaa i Grunden to forskjellige Billeder, men Synets Øvelse fra Barn af, vor Erfaring og den Omstændighed, at begge Billeder samtidig kommer til vor Bevidsthed, gjør, at man da kun ser et, ikke to Billeder. Men det har ogsaa en anden Betydning; netop det, at Billederne er noget forskjellige, gjør, at det legemlige ved Gjenstanden træder saa meget skarpere frem, medens hvert enkelt ellers er aldeles som Billedet i et Camera obscura, eller et Maleri.

Det er altsaa netop Forskjellen i de to Billeder, det forskjellige Synspunkt, hvorfra de to Øine betragter Gjenstanden, vistnok ogsaa i Forbindelse med Fordelingen af Lys og Skygge

paa den, som bringer den til at træde frem for vor Opfatning, som den virkelig er, legemlig. Herimod har været indvendt, at Folk, som enten fra Fødselen af eller ved en senere Ulykke, kun har ét Øie, dog opfatter Gjenstanden legemlig; men foruden

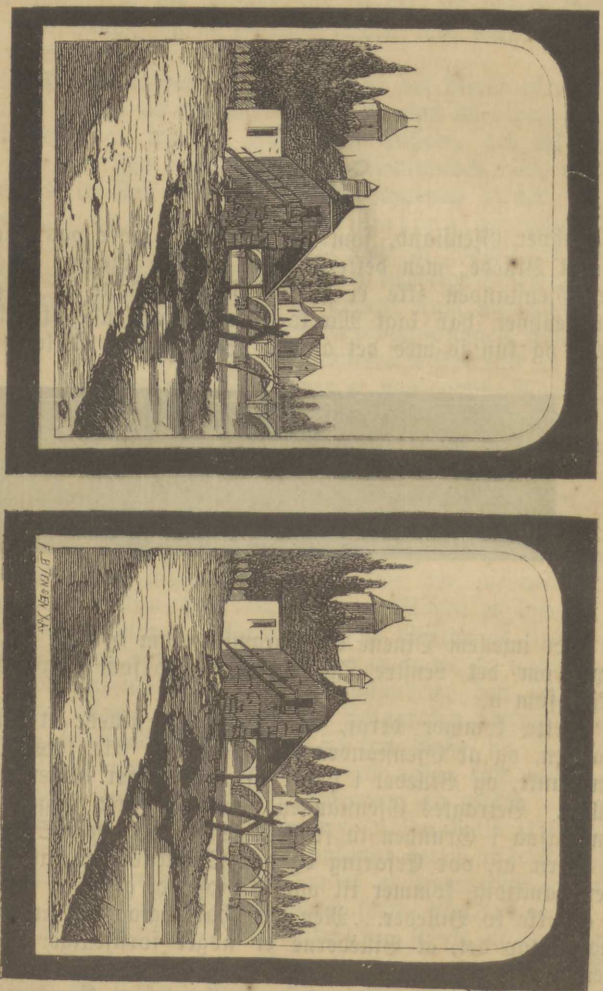

Fig. 84. Stereoskop-Billeder.

Erfaringen, der ogsaa har lært om Betydningen af Skyggerne ved et Legeme, kommer hertil en Jagttagelse, som man mener at have gjort med Hensyn til saadanne Mennesker, nemlig, at de ubevidst flytter Hovedet raskt lidt til Siden. Ved en saadan

Bevægelse vil de nemlig opnaa det samme omtrent, idet de modtager et nyt, noget forandret Billede af Gjenstanden, inden endnu det første er udslettet.

Stereoskopiske Billeder. Men, hvis de to forskjellige Billeder tilsammen gjør, at det legemlige ved en Gjenstand træder frem, saa maatte man jo ved Tegning eller paa anden Maade af Gjenstande, seede fra noget forskjellige Synspunkter, og ved paa en passende Maade at sørge for, at disse to Billeder for Synet kom til at falde sammen, ogsaa kunne bevirke, at saadanne plane Billeder gjorde et skuffende Indtryk af Legemlighed. Dette er det netop, som man har opnaaet ved Stereoskopet.

De stereoskopiske Billeder paastaaes at have været kjendte allerede for meget lang Tid tilbage, rigtignok blot af geometriske Figurer, som man kunde konstruere. Det er nemlig nødvendigt, at Billederne er aldeles nøiagtig tegnede, og dette har ved mere indviklede Tegninger som Landskabsbilleder, Billedhuggerværker etc. først kunnet opnaaes ved Fotografi. De i Fig. 83 tegnede Billeder a og c er saadanne stereoskopiske Tegninger. Ved nogen Øvelse kan man allerede med blotte Øine bringe disse to Billeder til at falde sammen. Man maa da fæste Blikket paa et bestemt Punkt, fastholde det der og saa stille de stereoskopiske Billeder enten foran eller bag dette Punkt i en passende Afstand. Men Indtrykket vil i de to Tilfælde blive forskjelligt. Stilles Tegningen i Fig. 83 foran det faste Punkt, vil det høire Øie faa se den høire Tegning c, det venstre a, og man vil da faa Indtrykket af en opretstaaende Pyramide med Spidsen vendt mod Tilskueren; stilles Tegningen bagenfor det faste Punkt, vil det høire Øie se a, det venstre c, og man vil da synes at se en hul Pyramide, med Toppen vendende fra.

Ved Hjælp af den moderne Opfindelse, Fotografien, kan man skaffe sig ypperlige og virkningsfulde Stereoskopbilleder af alle Slags. Der findes nu ogsaa overalt saadanne at faa kjøbt i tusindvis og til billig Pris. Disse Billeder er tagne fra Punkter, der ligger hinanden betydelig fjernere end Øinenes Afstand hos et Menneske, de give derfor paa en Maade en unaturlig Legemlighed, men Virkningen er forbausende, Gjenstanden træder aldeles tydelig og skarpt frem for de omgivende, alt faar et saa forunderligt Liv, det er næsten, som om man saa Figurerne bevæge sig.

Stereoskopet er et Instrument, der skal tjene til at lade de to forskjellige Billeder falde sammen for Betragtningen. Det første saadanne konstrueredes af Englænderen Wheatstone i 1838. Dette var et saakaldet Speilstereoskop, fordi han benyttede plane, under en Vinkel af 45°, opstillede Speile a og b, se Fig. 85. Opstilles det til høire Øie svarende Billede ved h, det til venstre svarende ved v, saa vil Straalen d f reflekteres i Ret-

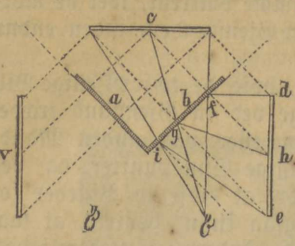

Fig. 85. Speilstereoskop.

ningen fø, hg i gø, ei i iø, som om de kom fra c; ligedan gaar det med Straalerne fra v. Øinene ø vil altsaa paa samme Tid i hver sit Speil se hver sit Billede, og begge disse Billeder vil ligge nøiagtig paa samme Sted, nemlig ved c; de vil følgelig dække hinanden og tilsammen frembringe den ovenfor paapegede Legemlighed.

Senere anvendte allerede Wheatstone istedetfor Speile to Glasprismer, som var slebne saavidt mulig nøiagtig ligedan. Her bliver det da de fra Billederne udgaaende Lysstraalers Brydning istedetfor Reflexion, der bevirker, at de falder sammen, se Fig. 86; hvor G og D er venstre og høire Billede, P og P′ de to Prismer, ved hvis Brydning af Lysstraalerne fra G og D, disse for Øinene o og o′ synes at komme fra E, hvor altsaa de to Billeder falder sammen.

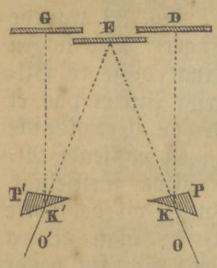

Fig. 86. Prismestereoskop.

Det er imidlertid forbundet med særegne Vanskeligheder at faa to i enhver Henseende lige Prismer, hvorfor den smukke Opfindelse ikke nød den forønskede Fremgang, indtil David Brewster, en skotsk Fysiker, i 1850 i Paris fremlagde for Naturforskerne der det af ham opfundne Lindsestereoskop. Brewster anvendte istedetfor Prismer konvexe Lindser, der jo virker aldeles paa samme Maade. Istedetfor to ligedan slebne Lindser, havde han fundet paa at skjære en enkelt midt over i to, hvorved man opnaar paa en yderst let Maade at faa to fuldkommen lige Lindser. Virkningen af de halve er aldeles den samme forøvrigt som af to hele.

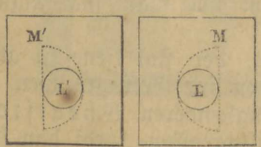

Fig. 87. Stereoskoplindser.

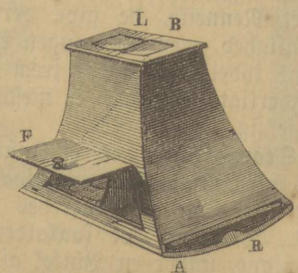

Fig. 88. Lindsestereoskop.

Han anbragte nu disse to halve Linser ved Siden af hinanden med en Afstand lig Øinenes hos et Menneske og med den krumme Side vendt indad mod hinanden, se Fig. 87, hvor M og M' forestiller de to halve Linser. For Indfatningens Skyld pleier man at skjære disse til, saa at de bliver enten firkantede eller cirkelrunde, som L og L'. Disse to Linser anbringes nu i Laaget af en Kasse af Træ, hvis Udseende er som Fig. 88. L er Linserne, de indvendige Sider af Kassen er sværtede, ligesom den i Midten er forsynet med en Skillevæg, der ogsaa sees paa Tegningen under det aabnede Laag F. Dette Laag er paa den indre Side belagt med Tinfolie eller et Speil, der tjener til at lade en forøget Lysmængde falde gjennem Aabningen i den ene Bredside ind paa Billedet, der ser ud som Fig. 84 og stikkes ind ved Kassens Bund ved B. Selve Bunden bestaar gjerne af en matsleben Glasplade, da flere Stereoskop-Billeder er transparente og saaledes indrettede til at sees med gjennemfaldende Lys. Ved at hugge ud Huller for Gas- eller Lysflammer, Maane og Stjerner o. lgn., der er fremstillet paa Billedet, og ved at anbringe Farver paa dette, opnaaes ofte en endnu større Virkning af disse; derfor er det, at Bunden bestaar af Glas.

Istedetfor at anbringe Linserne umiddelbart i selve Laaget, sættes de ofte ind i en Indfatning, hvorved de som ved en Theaterkikkert kan bevæges lidt op eller ned og derved lade Billedet falde i Betragterens tydelige Synsvidde. Ved Anvendelsen af konvexe Linser istedetfor Prismer opnaar man ogsaa, at Billederne forstørres, saa at alle Detailler bliver endnu tydeligere.

XI.

Spektroskopet og Spektralanalysen.

Det er Videnskabens Indflydelse paa det praktiske Liv, de af de videnskabelige Love og Studier fødte „nyttige" Opfindelser, hvormed denne lille Bog væsentlig beskjæftiger sig; i nærværende Afsnit vil vi imidlertid komme til noget, hvis Hovedinteresse ikke netop ligger i en saadan Anvendelse paa det dagligdagse Liv, skjønt hellerikke dette er bleven uberørt deraf. Men det, som i høieste Grad her vækker vor Opmærksomhed og Beundring, er det vidunderlige og aldeles uanede Omfang, hvori Spektralanalysen har beriget vor Kundskab om Verdensrummet udenfor os, og de tilsyneladende saa ubetydelige Midler, hvormed dette er naaet. Et lidet trekantet Glasstykke sætter os i Stand til at udgranske mangen Stjernehimlens Hemmelighed og fortæller os mere om dens fjerne Kloder, end den vildeste Fantasi kunde have anet det muligt for den menneskelige Viden at efterspore. Astronomien, Fysiken og Kemien har lige ivrig tilegnet sig den nye Videnskabsgren og hver paa sin Side ført den Skridt for Skridt videre frem.

Det er allerede før omtalt, at Lyset ved at gaa over fra et Medium til et andet ikke alene brydes, men ogsaa ofte efter Gjennemgangen fremtræder med forskjellige Farver. Vi har alle beundret den smukke Regnbue, som Solstraalerne frembringer, naar de brydes i Regndraaberne, og de mangefarvede Flekker, som den gjennem vore Lysekroners eller Kandelabres Glasprismer maler i Værelset. Den berømte engelske Naturforsker Newton (født 1642, død 1727) der har givet os Forklaringen af saamangen stor Naturlov, var ogsaa den første, der forklarede Grunden hertil, idet han erklærede, at det hvide Lys egentlig bestaar af en Samling af forskjelligt farvede Straaler, der tilsammen paa Øiet gjør Indtryk af hvidt. Lader man, som han gjorde, en Bundt Lysstraaler falde gjennem et trangt Hul A Fig. 89 ind i et mørkt Værelse og saa paa Straalernes Vei opstiller et Glasprisme P med triangulært Gjennemsnit, saa vil man ikke som ellers faa en hvidtlysende Plet, men derimod en længere Stribe S med forskjellige Farver, et saakaldet Spektrum.

Farverne vil altid komme i følgende Orden: nærmest den brydende Kant KK ligger rødt, derefter kommer orange, gult, grønt, blaat, indigo og yderst violet. Newton forklarede altsaa dette saaledes, at det Lys, som af vort Øie opfattes som hvidt, er sammensat af en hel Mængde Lysstraaler af for-

skjellig Brydbarhed og forskjellig Farve, de røde Straaler brydes mindst, de violette mest, derfor maa ved Gjennemgangen gjennem et Glasprisme Lyset opløses i sine forskjellige Bestand-

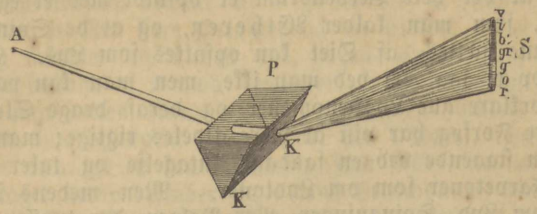

Fig. 90. Farvespredning.

dele. Han bevisste sin Paastands Rigtighed paa flere Maader. Stiller man et ligedannet Prisme, men i modsat Stilling op bagenfor, det første, saa vil de opløste Straaler herved atter samles, og man faar et hvidt Billede af Aabningen. Istedetfor et Prisme kan man bruge en konvex Linse; hvor Straalerne efter Gjennemgangen samler sig, faar man ogsaa da hvidt Lys. Inddeler man en Cirkel i ligestore Dele og forsyner Delene med hver sin af ovennævnte Farver, saa vil man ved en hurtig Omdreining af Skiven ikke kunne skjelne de enkelte Farver, men faa Indtryk af Graat; man havde faaet Hvidt, hvis det havde været mulig at faa Farverne aldeles rene.

Det er egentlig ikke 7 Farver, men en Uendelighed af Farvenuancer, der gradvis gaar over i hinanden; de ovennævnte er dog de mest fremtrædende. Man ser, at af disse er blot 3 egentlig ublandede Farver, nemlig rødt, gult og blaat, de øvrige er Blandingsfarver; orange er rødt og gult, grønt er gult og blaat, violet er blaat og rødt. Det viser sig nu ogsaa, at man for at faa frem hvidt Lys ved en Forening af Solspektrets Farver ikke behøver at tage dem allesammen, men kun to af dem. Saaledes vil blaat og orange tilsammen give hvidt, da nemlig orange indeholder baade rødt og gult, og grønt og violet blot er en Blandingsfarve af dette i orange indeholdte røde og gule Lys med blaat. Paa samme Maade giver gult med violet og rødt med grønt hvidt Lys. Man benævner to saadanne Farver, hvoraf den ene altid maa være en Blandingsfarve, og som saaledes tilsammen giver hvidt, Komplementærfarver.

Lyden fremkommer derved, at Luften sættes i bølgeformige, op- og nedgaaende Svingninger, der forplanter sig til Ørets Trommehinde og af Hjernen opfattes som det, vi kalder Lyd. Paa Grund af den store Lighed, der finder Sted mellem mange Lyd- og Lysfænomener, har man ogsaa forklaret Lyset som begrundet i Svingninger, som Lysbølger, der imidlertid maa tæn-

kes at foregaa ogsaa udenfor vor Atmosfære, da jo denne kun er nogle faa Mile, medens vi desuagtet modtager Lysstraaler fra Stjerner, der er Billioner af Mile borte. Man har derfor aantget, at det hele Verdensrum er opfyldt med et eget vægtløst Stof, som man kalder Ætheren, og at de Svingninger, hvori denne sættes, af Øiet kan opfattes som Lys. Hvorvidt dette netop er saa, det ved man ikke, men man kan paa denne Maade forklare alle Lysfænomener og deraf drage Slutninger, som senere Forsøg har vist at være aldeles rigtige; man er derfor bleven staaende ved en saadan Antagelse og taler ligesaavel om Farvetoner som om Lydtoner. Men medens Øret kan optatte som Lyd Svingninger eller Bølger, der træffer det i et Antal af fra 16 til 10000 i Sekundet, saa formaar Øiet ikke at opfatte Bølgebevægelserne som Lys, medmindre de træffer det i et Antal af mere end 450 Billioner i Sekundet og mindre end 790 Billioner, det er den dybeste røde Farve, som har det første, den dybeste violette, der har det sidste Svingningstal. Hvordan man har kunnet maale Svingningernes Antal og Bølgelængderne ved Lyset, kan vi ikke her indlade os paa, da dette vilde føre altfor langt bort fra det egentlige Emne.

Jo større ved Lyden Svingningstallet bliver, des høiere forekommer Tonen os, og naar Tallet fordobles, vil den sidste Tone netop være en Oktav høiere end den første. Mellem det laveste og høieste Svingningstal, 16 og 10000, som Øret kan opfatte, vil man ved Udregning finde, at der ligger over 9 Oktaver, medens derimod de Svingninger, Øiet kan opfatte, ikke engang vil omfatte fuldt en Lys-Oktav. Men ved Følelsen bliver man dog sat istand til at mærke, at der med Lyset ogsaa følger Straaler, som brydes endnu mindre end de røde, man vil nemlig føle Varme nedenfor Spektrets røde Farve; der udskilles ved Brydningen gjennem et Prisme altsaa ogsaa en Del usynlige Varmestraaler med et mindre Svingningstal end de røde Straalers. Ligeledes har man opdaget, at der findes Straaler i Sollyset, der har et høiere Svingningstal end violet. Ved Fotografering viste nemlig Billedet af Solspektret en Forlængelse udenfor den violette Ende; skjønt disse Straaler ikke umiddelbart kan sees af Øiet, saa bliver dog ogsaa disse ved sin kemiske Indvirkning paa en Fotografiplade synlige.

Spektroskopet. Inden vi gaar over til at omtale de Opdagelser og Slutninger, hvortil man ved Undersøgelser af forskjellige Lyskilders Spektrer er kommen, skal vi kortelig beskrive de Apparater, som man herunder betjener sig af, de saakaldte Spektroskoper. Hvis man blot indretter sig som Newton gjorde, at man lader Lyset falde ind i et mørkt Rum gjennem en trang Aabning og opfanger Straalerne efter Brydningen gjennem et Prisme paa en Skjærm, vil Spektret ikke blive saa tydeligt, som

det er nødvendigt for en skarp Jagttagelse; i Stedet herfor betragter man derfor de til et Spektrum opløste Straaler umiddelbart gjennem en Kikkert.

Et Spektroskop bestaar af 3 Hoveddele, et Indfaldsrør for Straalerne, et eller flere Prismer og en Kikkert. Det første er indvendig sværtet og i den ene, yderste Ende forsynet med et Laag, der bestaar af 2 mod hinanden forskyvelige Metalplader, hvorved man sættes istand til at skaffe sig en smalere eller bredere Rids, hvorigjennem Lyset falder ind i Røret. Længer inde i dette er anbragt en konvex Lindse, som stilles saa, at Aabningen i Laaget netop befinder sig i dens Brændpunkt, hvorved man opnaar, at Straalerne efter Gjennemgangen gjennem denne gaar parallelt videre. Efterat have passeret gjennem Røret kommer Lysstraalerne ind paa Prismet eller Prismerne og er efter Gjennemgangen gjennem dem spredte til et farvet Spektrum. I den Retning, hvori de kommer ud af Prismeapparatet er en almindelig astronomisk Lindsekikkert opstillet; den befæstes saaledes, at den kan dreies, og har i sin Axe vertikalt befæstet en fin Traad. Man sættes ved denne Anordning istand til med største Nøiagtighed at maale de Vinkler, hvorom man maa dreie Kikkerten for at faa de forskjellige Dele af Spektret til at falde sammen med Traaden.

Vil man imidlertid betragte en Lyskilde, der hurtig forandrer Sted, som f. Ex. et Stjerneskud, saa lader det sig ikke gjøre at have Apparatet indrettet, som her beskrevet, ligesom Indstillingen af et saadant Spektroskop paa Grund af de forskjellige Retninger, hvori Lysstraalen kommer ind og efter Brydningen gaar ud, altid bliver noget langsom. Man har derfor senere konstrueret andre Spektroskoper, hvorved man kan betragte Spektret omtrent i al Fald i den samme Retning, hvori Straalerne træder ind gjennem Røret. I Fig. 91 er vist Indretningen af et saadant Spektroskop á vision directe, som de kaldes. Her er A Indfaldsrøret, F er Laagaabningen, der kan reguleres ved Skruen E, G er den saakaldte Kollimatorlindse. I det i A forskyvelige Rør B befinder sig Prismeapparatet, der her bestaar af 5 Prismer med den brydende Kant vendt i modsatte Retninger. Af disse er de 3 med 1 betegnede af Kronglas, de to af Flintglas. Denne Sammenstilling beror paa den samme Eiendommelighed som Indretningen af de akromatiske Lindser, hvorom før er talt, nemlig at, skjønt Brydningen er omtrent den samme, saa er Farvespredningen forskjellig hos de to Sorter Glas. Her har man imidlertid det modsatte Øiemed, af hvad der ved Anvendelsen af akromatiske Lindser tilsigtes, man vil nemlig saa meget som mulig hindre Straalernes Afbøining, men ikke deres Spredning. Da nu Flintglasset giver næsten dobbelt saa stor Spredning som Kronglas, indsees det, at man ved Kombination af saadanne Prismer med Vinkler,

der nøiagtig afpasses efter Brydningen, kan opnaa, at Lyset træder ud i omtrent samme Retning, men opløst i sine farvede Bestanddele. Spektret betragtes gjennem Kikkerten C D med Objektivet H og Okularet I.

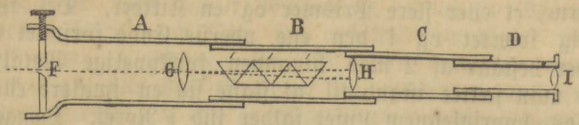

Fig. 91. Spektroskop á vision directe.

Spektralanalysen. Betragter man altsaa i Kikkerten Billedet af Spalten i Rørets Aabning, saa vil man faa se dette som et mangefarvet Baand, hvis Bredde er lig Ridsens Høide, og hvis Længde afhænger af Farvespredningens Grad; man ser et Spektrum af de før nævnte syv Hovedfarver, men gaaende umærkeligt over i hinanden, saafremt det er almindeligt Dagslys eller Sollys, man anvender. Det samme vil ogsaa være Tilfældet, om man bruger andre Lyskilder; man kan saaledes anvende elektrisk Lys, hvor en sammenhængende elektrisk Funke slaar over mellem 2 Kulspidser, eller et drummonsk Kalklys, hvor man bringer Kalkstykker til Hvidglødhede ved at indbringe dem i en Knaldgasflamme (brændende Blanding af Surstof og Vandstof), eller overhovedet faste Legemer ophedede til stærk Hvidglødhede.

Der er dog en Forskjel mellem Spektret i disse Tilfælde, og naar Sollys bruges. Allerede Wollaston bemærkede i 1802, at Solspektret ikke var ganske sammenhængende eller kontinuerligt, men at det var gjennemsat af parallele mørke Streger. Fraunhofer i München undersøgte i 1814 dette Forhold nøiere; han fandt, at disse mørke Striber, der efter ham har faaet Navn af fraunhoferske Linier, altid befandt sig paa den samme Plads i Spektret og i samme Antal. Han fandt over 600 Linier, bestemte deres Beliggenhed og betegnede enkelte af dem med Bogstaver, de skarpeste med store Bogstaver fra A til H, de mindre med smaa Bogstaver. Senere har man ved de forbedrede Spektroskoper paavist over 5000 Linier. Solspektret mangler altsaa en Del Farvenuancer, og i disses Sted optræder en mørk Linie, Spektret har her intet Lys. Derimod vil Lyset fra et hvidglødende fast Legeme vise aldeles kontinuerlige Spektrer.

Fraunhofers Jagttagelse vakte en ubyre Opsigt, og man begyndte ivrig at undersøge Lyset fra alskens glødende Stoffe. Det viste sig nu snart, at Stoffe, der kunde bringes i Dampform og i denne Tilstand bragtes til Glødning, forholdt sig ganske anderledes end glødende faste Legemer eller Sollyset. Hvis man saaledes foran Spektroskopets Aabning stiller en saa-

kaldet Bunsens Lampe*), og ind i denne Flamme bringer paa en Platintraad f. Ex. en Opløsning af Kjøkkensalt, saa vil man i Kikkerten ikke faa se noget Spektrum, men kun en stærkt lysende gul Linie, der nøiagtig befinder sig paa samme Sted, som Fraunhofers Linie D i Solspektret vilde været. Almindeligt Salt bestaar af Klor og Metallet Natrium, og den samme gule Linie vil man faa frem bestandig, naar en Natriumopløsning indbringes i Flammen. Det er altsaa Billedet af Ridsen, oplyst med en Natriumflamme, man ser, og denne Flamme udsender følgelig et Lys, der blot indeholder de til Solspektrets Linie D svarende Farvestraaler. Da der altid kommer noget andet Lys med, saa bliver ikke Resten af Spektret fuldkommen sort, man vil se en ganske svag Bund af et almindeligt Spektrum, hvorpaa Natriumspektret fremtræder som den stærkt lysende Linie. Det var ogsaa Fraunhofer, som gjorde opmærksom herpaa.

Paa samme Maade forholder det sig med alle Opløsninger, der kan bringes i Dampform, de vil alle have et af adskilte lysende Linier bestaaende Spektrum; saaledes vil f. Ex. Spektret for Kalium vise en rød Linie svarende til Fraunhofers A og en anden violet Linie nær Spektrets anden Ende. Man har paa denne Maade iagttaget og optegnet Spektrerne for en stor Mængde Metaller og Gasarter og fundet, at disses Linier for største Delen falder sammen med de Fraunhoferske Linier. Disse Undersøgelser ledede ogsaa til Opdagelsen af flere nye Metaller. Det er især Professorerne Kirchhoff og Bunsen i Heidelberg, der har Fortjenester heraf. De fandt, at der ved Anbringelsen af visse Forbindelser i Flammen viste sig særegne Linier, som ikke kunde tilskrives noget af de før kjendte Stoffe; de sluttede derfor, at der i disse Forbindelser maatte findes et nyt Stof, og opdagede herved Metallerne Rubidium og Cæsium; senere fandt man paa samme Maade Indium og Tallium. Spektralanalysen blev en af de vigtigste Metoder for Kemikeren til at paavise smaa Spor af forskjellige Metaller i Forbindelserne, selv det mindste Fnug er tilstrækkeligt til at give et tydeligt Spektrum.

Man kunde i længere Tid ikke forklare Fremkomsten af de fraunhoferske Linier, men at de maatte staa i den nøieste Forbindelse med de forskjellige Stoffers særegne Liniespektrer var klart. Mange af de jordiske Stoffers Spektrer bestaar af en stor Mængde Linier, saaledes har Jern over 500, Titan 170, af disse har man kunnet paavise, at 460 og 100 svarer nøiag-

*) Denne er indrettet saa, at der om Brænderen for almindelig Lysgas er anbragt et Metalrør med Sideaabninger nedentil for Luften. Der vil derved ind i Gasflammen komme en stor Mængde Luft, som gjør, at Flammen stærkt ophedes, medens dens Lysning bliver særdeles liden.

tig til ligesaamange mørke Linier i Solspektret. Foucault i Paris bemærkede nu, naar han foran f. Ex. et elektrisk Lys, der alene giver et kontinuerligt Spektrum, opstillede en bunsensk Lampe, hvori han indbragte Kogsalt, saa viste sig i Spektroskopet ikke den karakteristiske gule Natriumlinie, heller ikke blev det elektriske Lys's Spektrum længer kontinuerligt, der viste sig nu heri en mørk Linie nøiagtig, hvor Natriumspektret ellers fremtraadte, eller han havde paa denne Maade kunstig frembragt Fraunhofers Linie D. Svensken Ångström udviklede denne Jagttagelse videre, og Kirchhoff gav i 1859 Forklaringen over disse Forholde og dermed ogsaa over Fremkomsten af de fraunhoferske Linier i Solspektret. Han forklarede det saa, at enhver Damp eller Gas, der ved Opheduing bringes til at gløde, faar den Evne at tilbageholde de Lysstraaler, der har den samme Farvenuance som den, Gasen selv udsender. Stilles altsaa en saadan lysende Gasflamme mellem Straalerne fra det elektriske Lys og Spektroskopets Ridse, saa vil alle dettes Straaler trænge igjennem Gasen, kun ikke Størstedelen af dem, der har den samme Farve som denne; skjønt nu fremdeles ogsaa Gasflammen sender en Del Straaler ind gjennem Ridsen, saa vil disse, da det andet Lys er saameget stærkere, ikke formaa at gjøre sig gjældende. Ved Kontrasten mellem Lysstyrkerne vil derfor den svage Natriumlinie synes aldeles mørk, paa samme Maade, som et brændende Stykke Kul, holdt op imod Solen, ser sort ud. Dette Forhold, at Lys kan opsluge Lys, kaldes Interferents og forklares ligeledes let ved Bølgetheorien, ligesom man har noget fuldstændig tilsvarende ved Lyden.

Forklaringen af de mørke Linier i Solspektret bliver efter dette ganske simpel. Solen er et til den høieste Hvidglødhede opheded, fast eller flydende Legeme, der stadig udsender hvidt Lys, hvis Spektrum som de faste Legemers skulde været kontinuerligt. Men Solstraalerne maa paa sin Vei, inden de naar Jordens Overflade, passere saavel gjennem Solens som Jordens Atmosfærer. Solens Atmosfære maa tænkes at bestaa af en hel Del Gasarter, der paa Grund af den indre Solkjernes uhyre Hede selv bliver glødende, men dog har en lavere Temperatur end Solen. Ved sin Gang gjennem disse vil da af Solens Lysstraaler de fleste af dem, hvis Farvenuance eller, hvad der er det samme, hvis Brydbarhed eller Svingningstal er lig de glødende Dampes, absorberes af disse, og der maa paa de tilsvarende Steder af Solspektret optræde mørke Linier.

Man kan imidlertid ogsaa gaa videre i sine Slutninger. Naar man undersøger de jordiske Stoffers Spektrer og finder, at disses lyse Linier svarer nøiagtig til Solspektrets mørke, saa kan man slutte, at disse Stoffe i al Fald i kemiske Forbindelser maa findes som glødende Dampe i Solatmosfæren. Man har paa-

vist, at denne maa indeholde Kalium, Natrium, Kalcium, Barium, Magnesium, Jern, Nikkel, Mangan, Krom, Guld o. s. v.; og man har saaledes til en vis Grad formaaet at analysere Solens Atmosfære, skjønt den er omtrent 20 Millioner geografiske Mil borte. Enkelte af vor Jords Stoffe har man ikke fundet, f. Ex. Sølv, Kviksølv, Bly, Tin m. fl.; man kan dog ikke deraf slutte med Bestemthed, at disse ei findes i Solatmosfæren; thi der er visselig endnu mange Forholde, som er uopklarede, og som kunde gjøre, at man kan komme til at drage feilagtige Slutninger. Det paa vor Jord saa almindelig udbredte Vandstof, en af Vandets Bestanddele, har man saaledes fundet i Solatmosfæren, derimod ikke vor Lufts Hovedbestanddele, Kvælstof og Surstof; men derfor maa man ikke slutte, at de ei findes. Amerikaneren Draper mener endog nylig at have paavist Surstof, dog ikke som mørke, men tvertimod som stærkere lysende Linier i det almindelige Solspektrum, og at disse aldeles skulde svare til Surstofspektret. Hvordan det egentlig kan forholde sig hermed, ved man endnu ikke; men det er ikke noget usandsynligt, at f. Ex. Surstof kan forholde sig anderledes end Metallerne og ligeledes anderledes end Vandstof, der, som man ved, fornylig afgjort er paavist ogsaa at være et Metal, skjønt i gasformig Tilstand.

Det er ikke alene Solens Lys, man har underkastet en Spektralanalyse, man har ogsaa taget for sig Fixstjernerne og Stjernetaagernes saa uendelig fjernede Lyskilder, ligesom ogsaa Maanens og Planeternes reflekterede Sollys. Disse sidste viser aldeles samme fraunhoferske Linier, som Solspektret, samt desuden nogle flere, der svarer til en Del Linier, som fremkommer i Solspektret, naar Solen staar lavt i Horizonten, og derfor synes at skyldes vor egen Atmosfære. Man kan heraf slutte, at Planeternes Luftlag er omtrent i alle Fald som vort eget. Ogsaa Kometernes Lys er for største Delen reflekteret fra Solen, men ved deres hurtige Gang, naar de nærmer sig denne, ophedes de saa stærkt, at enkelte af deres Stoffe bliver til glødende Dampe, og man har saaledes foruden et almindeligt Solspektrum kunnet paavise Kulspektrets Linier, der muligens skriver sig fra glødende Kulvandstofforbindelser. Fixstjernerne viser tildels nogle Egendommeligheder. Omtrent Halvparten, der har udpræget hvidt Lys, viser foruden et Spektrum med en hel Del tynde Linier ogsaa de 4 brede Vandstoflinier; man tror, at disse Kloder har en særdeles høi Temperatur. Omtrent $^1/_3$ af Fixstjernerne viser aldeles samme Spektrum, med de samme Linier som vor Sol, der altsaa hører til samme Klasse; medens derimod Resten, der har en rødlig Farve, viser et eiendommeligt Spektrum med flere mørke Baand, der ingen skarp Begrændsning har; man tror, at disse er betydelig afkjølede i Forhold til vor Sol. Stjernetaagernes Lys er saa svagt, at Spektret bliver utydeligt, men man

har dog kunnet paavise, at det er af to Slags, nemlig enten et sammenhængende Spektrum eller ogsaa et Spektrum bestaaende af 3 Linier, hvoraf en svarer til Vandstof og en til Kvælstof; at ikke flere Linier sees, kommer rimeligvis af det svage Lys. Man har heraf sluttet, at de første blot er uendelig langt fjernede Stjerneklynger, de sidste derimod virkelig Dampmasser, saaledes Stjernetaagen i Orion, der kan sees med en almindelig Kikkert.

Ved Spektroskopets Hjælp har man ogsaa formaaet at paavise Bevægelser hos enkelte Fixstjerner, som man uden dettes Hjælp umulig vilde kunnet. Som bekjendt har nemlig ogsaa Fixstjernerne en, om end forholdsvis langsom, Bevægelse i Forhold til vort Solsystem; men en saadan Bevægelse vil man ikke kunne spore, naar den foregaar i selve Forbindelseslinien mellem Jorden og Stjernen eller nær denne, da vort Øie ikke kan opfatte en Nærmelse eller Fjernelse, men blot Bevægelser til Siden. Dette er imidlertid muliggjort ved Spektroskopet

Ved totale Solformørkelser har man alt for længe siden lagt Mærke til, at der udenfor den af Maanen formørkede Sol viste sig nogle røde Fremspring, der havde en eiendommelig og foranderlig Form. Ved Hjælp af Spektroskopet er man bleven sat istand til ogsaa at se disse selv ved fuldt Sollys, altsaa naar man vil. Disse saakaldte Protuberantser har ved sit Spektrum vist sig at bestaa af Vandstof, desuden har man undertiden seet nogle Magnesium- og Jernlinier. Ligeledes har man fundet, at den hele Solskive er omgiven af et Lag, der viser aldeles de samme Forholde; ved Maalinger har man beregnet, at dette Lag, denne glødende Vandstofatmosfære har en Tykkelse af over 1000 geogr. Mile, og at Protuberantserne, der ufladelig forandrer Form, kan have en Høide af ligetil henved 20000 geogr. Mile. Man maa antage, at de fremkommer ved de uafladelige heftige Bevægelser i Solens undre Atmosfære, hvorved disse glødende Vandstofmængder slynges op til en utrolig Høide. Protuberantserne hænger igjen sammen med Solpletterne; jo flere Solpletter der er, des flere Protuberantser er der ogsaa, og man vil vel kanske ogsaa ved Spektroskopets Hjælp kunne faa fuld Greie paa, hvad disse Solpletter egentlig har at betyde. Overhovedet har, som man af det foregaaende vil have indseet, Spektralanalysen allerede i den korte Tid, hvori man har viet den Opmærksomhed, opklaret saa utrolig mange Forholde, vist sig af uberegnelig Nytte ved saamange videnskabelige Spørgsmaal, at man vistnok kan vente sig endnu større Resultater, end man alt har opnaaet. Det er vistnok saa, at man ikke direkte kan bevise Rigtigheden af alle de Slutninger, man har draget, men Sandsynligheden for, at de er korrekte, er dog særdeles stor.

XII.

Thermometer, Barometer og Manometer.

1. Thermometer.

Thermometer eller Varmemaaler er et Instrument, som tjener til at angive den Temperatur eller Varmetilstand, hvori et Legeme netop befinder sig, sammenlignet med almindelig kjendte og faste Varmetilstande. I vor Følelsessands eier vi selv et Slags Thermometer; den siger os, om en Ting er kold eller varm, som vi kalder det, om den er varmere eller koldere end en anden Ting. Men for smaa Forandringer af Temperaturen er Følelsen en slet Varmemaaler, ligesom den ogsaa er forskjellig hos de forskjellige Mennesker; hvad en kalder meget varmt, vil en anden blot kalde varmt o. s. v. Følelsen vil altsaa aldrig kunne skaffe nogen bestemt Angivelse af Varmetilstanden. I Thermometret derimod eier vi et Instrument, der er aldeles uberoende af os selv og vor Opfatning; det giver sine Oplysninger ifølge en det selv iboende Egenskab og paa en saadan Maade, at vi kan opfatte dets Udsagn med vort Syn.

Thermometret beror paa den Egenskab hos alle Legemer, at de ved en Forøgelse af Varmen udvider sig, ved en Formindskelse trækker sig sammen. Har man saaledes en Metalring og en Metalkugle, som, naar begge Gjenstande er lige varme, netop kan gaa igjennem Ringen, saa vil Kuglen, naar den opvarmes, blive liggende paa Ringen, uden at kunne gaa igjennem, fordi den nu er bleven større. Den vil blive liggende paa Ringen, indtil dens Volum ved Afkjøling igjen er bleven formindsket. Befæstes den ene Ende af en Metalstav, medens den anden er fri, og Stangen opvarmes, vil den fri Ende paa Grund af Stangens Længdeudvidelse bevæge sig udad; ved Afkjøling vil den atter trække sig sammen. Ved at anbringe en uligearmet Vægtstang saaledes, at den ene, ganske korte Arm ved en Fjær trykkes mod Stangens fri Ende, medens den anden, lange Arm af Vægtstangen bevæger sig henover en inddelt Gradbue, vil selv en ganske liden Forøgelse af Stangens Længde kunne bemærkes. Ved en passende Inddeling af Gradbuen vilde et saadan indrettet Instrument kunne benyttes som Thermometer.

De faste Legemers Udvidelse er imidlertid meget liden, og de er derfor ikke synderlig tjenlige som Varmemaalere. Vædsker har derimod en betydelig større Udvidelse og Gasarter endnu større, derfor egner disse sig bedst til Temperaturangivelse.

Man kan let overbevise sig om, at et Legeme med samme

Temperatur altid har nøiagtig det samme Volum. Hvis man saaledes bringer en Vædske ind i et Glasrør og afmærker den Høide, hvortil Vædsken staar i Røret ved den omgivende Lufts Temperatur i Øieblikket, derpaa opvarmer Røret og saa paany lader det afkjøle sig, indtil det atter har antaget Omgivelsens Temperatur, vil Vædsken nøiagtig igjen staa ved Mærket. Heraf følger omvendt, at saalænge Volumet er det samme, saa er ogsaa Temperaturen den samme. Hvis man anbringer et Glasrør, hvori findes en Vædske, f. Ex. Kviksølv i smeltende Sne, vil Kviksølvets Overflade efter en Tids Forløb blive staaende urokkelig ved et vist Punkt, saalænge der endnu findes usmeltet Sne, om man opvarmer Karret aldrig saa meget. Først naar al Sne er smeltet til Vand, vil Kviksølvsøilen begynde at udvide sig; gjentages dette flere Gange, vil bestandig Kviksølvet stille sig ved nøiagtig det samme Mærke i Røret, forudsat at Forsøgene gjøres i samme Høide over Havet. Aldeles det samme vil være Tilfældet, om man stikker Røret ind i et Kar med kogende Vand; saalænge Kogningen varer, vil Kviksølvet staa til en vis Høide af Røret, og til samme Høide, hvor ofte man gjentager Forsøget. Dette viser altsaa, at Temperaturen bestandig er den samme hos smeltende Sne, og ligesaa, at den bestandig er den samme hos kogende Vand. Man har altsaa her 2 faste Punkter, Vandets *Frysepunkt* og *Kogepunkt*, som man kalder dem. Forskjellen mellem disse Punkters Beliggenhed er følgelig den anvendte Kviksølvsøiles Udvidelse mellem disse 2 Temperaturer.

Hvis man undersøger for forskjellige Legemer Udvidelsen mellem Vandets Frysе- og Kogepunkt, vil man ikke alene finde, at, som før nævnt, Gasarterne udvider sig mere end Vædsker og disse igjen mere end faste Legemer, men ogsaa, at de forskjellige faste Legemer har en forskjellig Udvidelse, og ligesaa med Vædskerne og Gasarterne. Saaledes vil man finde, at en Glasstav af 1 Fods Længde udvider sig omtrent 0,0009 Fod, en Jernstav af samme Længde 0,0012 Fod, af Kobber 0,0017. Tager man ikke Længdeudvidelsen, men Udvidelsen i det Hele baade i Længde, Bredde og Høide, eller Volumudvidelsen altsaa, saa bliver denne omtrent 3 Gange saa stor. Følgelig vil 1 Kubikfod Glas udvides omtr. 0,0027 Kubikfod, Jern omtr. 0,0036, Kobber 0,0051. Paa samme Maade vil 1 Kubikfod *Kviksølv* udvides 0,018, Vand 0,043*), *atmosfærisk Luft* = 0,3665, Vandstof 0,3667, Kvælstof 0,3668, Kulsyre 0,3688. Med Hensyn til Gasarterne sees, at Udvidelsen for alle er omtrent den samme, dog ikke ganske.

Det første Thermometer skal være forfærdiget af en hollandsk

*) Ved Vandet maa dog bemærkes, at det ved Opvarmning fra Smeltepunktet i Begyndelsen trækker sig sammen en Stund og først derpaa begynder at udvide sig.

Landmand Cornelius Drebbel i Slutningen af det 16de Aarhundrede. Det bestod af et Glasrør, hvis ene Ende var udblæst til en Kugle og lukket, medens den anden var aaben. Efter for en Del at have bortfjernet Luften af Røret ved Opheduing, stak han dette med den aabne Ende ned i et med en farvet Væske fyldt Kar; herved steg Væsken et Stykke op i Røret, hvis Kugle altsaa vendte opad. Naar nu Temperaturen steg, saa sank Væskesøilen ned i Røret paa Grund af den større Udvidelse hos den indestængte Luft end hos Væsken, og omvendt ved en Synkning af Temperaturen.

Sin nuværende Skikkelse fik Thermometret i Florenz. Man anvendte her Alkohol, der anbragtes i et Glasrør, som oventil var tilsmeltet, nedentil udblæst i en Kugle og ogsaa tilsmeltet. ved Kogning fordreves først al Luft af Røret, saaat i dette over Alkoholsøilen kun fandtes et lufttomt Rum. Saadanne Alkoholthermometre anvendes endnu hyppig, men da Alkoholen koger ved temmelig lav Temperatur, kan et saadant Thermometer kun anvendes ved mindre Varme. Almindeligst bruges nu, istedetfor Alkohol, Kviksølv, der først fordampes langt over Vandets Kogepunkt.

Skal man forfærdige et Kviksølvthermometer, gaar man frem paa følgende Maade: Først udsøges et Glasrør, hvis Hulning har et saavidt mulig ligestort Gjennemsnit overalt, hvorpaa den ene Ende udblæses til en Kugle. Denne ophedes, og den anden Ende af Røret bringes hurtig ned under Kviksølv, der i Forveien er renset; under Afkjølingen vil den endnu i Røret værende Luft trække sig sammen, og en Del Kviksølv vil stige op i Røret. Man vender nu Røret om og opheder det saa stærkt, at Kviksølvet kommer i Kog; ved atter at dyppe den aabne Ende under Kviksølv, kan man faa Røret fyldt saameget, man vil. Derpaa bringes igjen Kviksølvet i heftig Kog, hvorved al Luft trænges ud, og naar saa Kviksølvsøilen fylder hele Røret, tilsmeltes den aabne Ende. Ved Afkjølingen vil Kviksølvet trække sig sammen, og der danner sig saaledes over Kviksølvsøilen et lufttomt Rum.

Derpaa følger Bestemmelsen af de 2 faste Punkter, Frysepunktet og Kogepunktet. Til den Ende anbringes først Thermometerkuglen i et Kar med smeltende Sne, og efterat det en Tid har staaet heri, afmærkes paa Røret det Punkt, hvortil Kviksølvsøilen staar. Det bringes derpaa over i et andet Kar, hvori findes Vand. Karret er lukket oventil med Undtagelse af en Aabning, hvorigjennem Røret indfattet i en Kork befæstes. Vandet bringes derpaa i Kog; Luften og den senere dannede Damp har Udløb gjennem Sideaabninger. Røret stilles saaledes, at det ikke naar ned i Vandet og rager saa meget op over Korken, at Kviksølvet kommer til at staa lidt over denne. Efter en Tids Forløb er Røret inde i Karret kun omgivet af Damp, og Kviksølvsøilen vil snart blive urokkelig staaende ved et vist Punkt af Røret, Kogepunktet, som derpaa afmærkes.

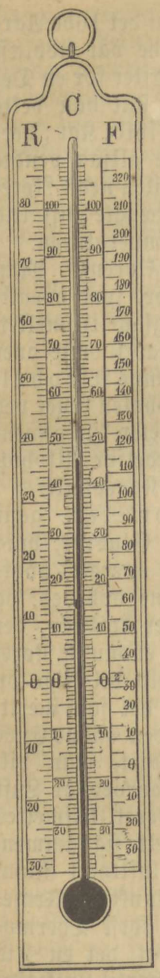

Fig. 92.
Thermometer.

Derefter kommer Inddelingen i Grader af Mellemrummet mellem disse to Punkter. Man har tre forskjellige Slags Inddelinger, der er opkaldte efter Forslagsstillerne, og efter hvem ogsaa selve Thermometrene faar Navn, nemlig: Celsius' Thermometer (C), Reaumurs (R) og Fahrenheits (F). Det første har 0° ved Frysepunktet, 100° ved Kogepunktet, det andet 0° og 80°, og Mellemrummene inddeles derefter i 100 eller 80 lige store Dele eller Grader. Fahrenheits Thermometer derimod har sit Nulpunkt ved en lavere Temperatur, nemlig den, som opstaar, naar man blander sammen Sne og Salmiak; ved Vandets Kogepunkt sættes her 212°, Vandets Frysepunkt vil da komme til at staa ved 32°, altsaa 0° C og R = 32° F. Imellem Frys- og Kogepunktet faar følgelig Fahrenheits Thermometer 212° — 32° = 180°. De forskjellige Gradinddelinger forholder sig altsaa til hverandre som 80 : 100 : 180 eller 4 : 5 : 9. 1° C er følgelig = $\frac{4}{5}$° R og $\frac{9}{5}$° F, og man omgjør de forskjellige Temperaturangivelser efter disse Forhold, kun maa ved Fahrenheit enten tillægges eller fratrækkes 32°. Forholdet sees ogsaa af hosstaaende Fig. 92.

Har man saaledes opgivet 25° C, saa vil dette blive = $\frac{4}{5}$. 25° = 20° R og $\frac{9}{5}$. 25° + 32° = 45° + 32° = 77° F. Vil man omvendt omgjøre 86° F til C og R, maa man først trække fra 32°, altsaa faaes 54° F = $\frac{5}{9}$. 54° = 30° C og $\frac{4}{9}$. 54° = 24° R.

For Thermometre, som ogsaa skal benyttes til at angive Temperaturer større end Kogepunktet eller lavere end Frysepunktet, fortsættes Inddelingen med ligestore Grader opover eller nedover. Under 0° betegnes Gradeantallet med Negativmærket ÷, ovenfor 0° med +, og i Dagligtale kalder man Temperaturer lavere end 0° Kuldegrader. Da Kviksølvet fryser ved ÷ 39° C og koger ved 350° C, saa kan dette Slags Thermometre ikke benyttes uden ved de mellemliggende Temperaturer*).

*) Selve Gradinddelingen anbringes paa forskjellig Maade, enten ridses den ind i Glasrøret, eller den optegnes paa et Stykke Papir, der klæbes til Røret, hvorpaa dette anbringes indeni et andet Glasrør, som tilsmeltes i Enderne. Disse Methoder anvendes ved Thermometre, som benyttes til Væsker. De almindelige Stuethermometre fæstes til en inddelt Plade af Træ, Ben, Messing o. lgn.

Som man af det ovenstaaende har seet, bestaar Forskjellen mellem de 3 Kvikſølvthermometre blot i Inddelingen, det er i Virkeligheden aldeles samme Slags Inſtrumenter. Celſius' 100° Thermometer benyttes i de fleſte Lande og i videnſkabelige Afhandlinger. Reaumurs er det almindeligſte hos os og Fahrenheits i England og dets Beſiddelſer ſamt Nordamerika.

Man har ogſaa konſtrueret Luftthermometre til videnſkabeligt Brug, ſamt egne Metalthermometre. Disſe ſidſte beror paa den forſkjellige Udvidelſe hos Metallerne. Hvis man ſaaledes, valſer ud et tyndt Blik beſtaaende af Platina, Guld og Sølv og ruller en Strimmel heraf op i en Spiral med Sølvſiden indad, ſaa vil denne opvikle ſig ved ſtigende Temperatur, da Sølvet har den ſtærkeſte Udvidelſe. Ved nu at lade disſe Spiralens Bevægelſer indvirke paa en Viſer, der løber hen over en Skala, faaes et Thermometer. Skalaen inddeles ved Sammenligning med et andet Thermometers Angivelſer. Saadanne Thermometre er fremſtillede af Breguet.

For høiere Temperaturer, end Kvikſølvthermometret kan angive, anvendes undertiden de ſaakaldte Pyrometre. Et ſaadant (Wedgewoods) beror derpaa, at lufttørret Ler ſammendrager ſig ved Ophedning, dels paa Grund af Tab af Fugtighed, dels ved Sammenſintring. Ved at forſkyve en liden Lercylinder henad en affmalnende Rende i en Meſſingplade, ſom ved Sammenligning med et Luftthermometer er inddelt, kan Pyrometret nogenlunde angive høie Temperaturer. Andre Pyrometre grunder ſig paa den forſkjellige Farve, ſom et Metal antager ved Ophedning.

Maximums- og Minimums-Thermometre kaldes Thermometre, der er indrettede til at angive den høieſte eller laveſte Temperatur, ſom i en vis Tid har fundet Sted. Maximumsthermometret er et Kvikſølvthermometer, Minimumsthermometret et Alkoholthermometer. I det førſte anbringes inde i det horizontalt ſtillede Rør flydende paa Kvikſølvet, der er tungere, en liden Jerncylinder. Naar Temperaturen ſtiger, ſkyver altſaa Kvikſølvet Cylinderen foran ſig og lader den ved faldende Temperatur blive liggende igjen. Man kan altſaa af Jerncylinderens Beliggenhed i Røret ſe, hvor ſtor den høieſte Temperatur har været. I Minimumsthermometret anbringes inde i Alkoholſøilen en liden gjennemboret Glascylinder, altſaa en liden Stump af et Glasrør. Alkoholen væder Glas, eller med andre Ord, har en vis Sammenhængskraft til Glaſſet; naar nu Røret anbringes horizontalt, vil ved ſynkende Temperatur Alkoholen trække Glascylinderen med ſig og holde dens øverſte Ende netop ved Overfladen. Naar Temperaturen atter ſtiger, vil derimod Alkoholen flyde gjennem den fine Aabning i Cylinderen og ſtige uden at flytte denne med ſig. Den øverſte Ende af Glascylinderen angiver altſaa den laveſte Temperatur inden en vis Tid.

Ofte anbringes begge Slags Thermometre, som ved Fig. 93 angivet, paa samme Stativ med Kuglerne hver sin Vei og begge Rør horizontale. Ved Hjælp af en Skrue kan hele Stativet dreies lidt

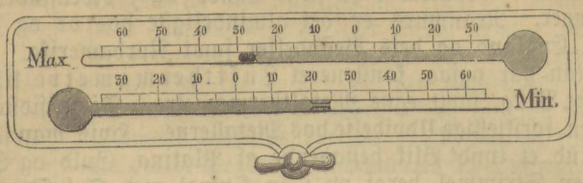

Fig. 93. Maximums- og Minimumsthermometer.

nedad til den ene Side, her tilhøire, saaat samtidig Jerncylinderen falder helt ned paa Kvikſølvet i Maximumsthermometret, og Glascylinderen stiger helt op til Overfladen af Alkoholen i det andet, og saaledes begge Thermometre er færdige til Anvendelse.

2. Barometret.

En Sugepumpe bestaar, som bekjendt, af et længere Rør fæstet til Bunden af en videre Cylinder, hvori bevæger sig et tætsluttende Stempel, der er gjennemboret og forsynet oventil med en Ventil, som aabner sig opad; ligeledes er Rørets Aabning mod Cylinderen lukket med en Ventil, der aabner sig opad. Sugepumpen virker nu i Begyndelsen derved, at Luften oppe i Cylinderen og det dermed i Forbindelse staaende Sugerør fortyndes; Vandet i Beholderen under Røret stiger efter, indtil det lidt efter lidt fylder Røret og træder op i Cylinderen, hvorfra det derpaa saa at sige øses ud ved Hjælp af det gjennemborede Stempel.

Man forklarede før dette som en Virkning af „Naturens Skræk for Tomrum" (horror vacui); Naturen tilstedede aldrig noget fuldkommen tomt Rum, ved Stemplets Bevægelser opstod der luftfortyndet eller endog lufttomt Rum i Røret, dette maatte fyldes, og det skede da med hvad der var forhaanden, nemlig Vandet.

Da man i Italien engang vilde forfærdige en Sugepumpe, der skulde hæve Vandet til en betydelig Høide, viste det sig imidlertid, at hvor godt man end konstruerede Pumpen, kunde man ikke faa den til at trække Vand op; det vilde ikke lade sig hæve høiere op i Røret end til 33 Fod over Overfladen af Beholderen under. Man erklærede da, at Naturens Skræk for tomt Rum havde sin Grændse. Nogen Forklaring fandt man ikke, indtil Italieneren Toricelli omtrent i Midten af det 17de Aarhundrede erklærede, at Grunden til Vandets Stigning inde i Røret var den atmosfæriske Lufts Tryk paa Vandfladen i Beholderen, og at Vandet steg saa høit, at dets Tryk inde i Røret var netop

saa stort som Luftens Tryk udenfor; høiere kunde det ikke naa op. Da man nu ved Sugepumpen kunde hæve Vandet til 33 Fod, saa erklærede han, at Luften trykkede mod Røraabningen med en Kraft saa stor som Vægten af en 33 Fod høi Vandsøile af Røraabningens Diameter.

Rigtigheden heraf beviste han paa følgende Maade: Kviksølv er 13,6 Gange tungere end Vand, altsaa vilde Lufttrykket svare til en Kviksølvsøile, der var $\frac{33}{13,6}$ Fod eller 29 Tommer. Han tog derfor et vidt Glasrør, der var tilsmeltet i den ene Ende og havde en Længde af mere end 29 Tommer, fyldte dette med Kviksølv, lukkede for Aabningen med en Finger, dyppede det ned i et Kar med Kviksølv og tog saa Fingeren væk. Kviksølvet inde i Røret faldt øieblikkelig et Stykke ned i dette, og ved at maale Afstanden mellem Overfladen inde i Røret og Beholderen udenfor det, fandt han denne nøiagtig = 29 Tommer. Over Kviksølvsøilen inde i Røret var der et lufttomt Rum, der til Minde kaldes Toricellis Rum. Hermed var hans Antagelse bevist og Forklaringen givet til, at en Sugepumpe ikke kan anvendes for større Høide end 33 Fod.

Det er Luftens Vægt, som foraarsager dens Tryk; ligesom Trykket i et Kar med Vand er størst ved Karrets Bund og mindre, jo høiere man kommer op, fordi Bunden maa udholde Trykket af hele den overliggende Vandmasse, saa er ogsaa Luftens Tryk større, jo lavere man befinder sig. Dette godtgjordes af Franskmændene Pascal og Périer, der udførte Toricellis Forsøg i forskjellige Høider og fandt, at jo høiere man steg tilveirs, des mindre var Forskjellen mellem Kviksølvets Overflade i Røret og i Karret.

Ved 1 Atmosfæres Tryk forstaaes efter det foregaaende det Tryk, som Luften ved Havets Overflade udøver, eller Vægten af en Kviksølvsøile paa 29 Tommer eller 760 Millimeters Høide; dette svarer til en Vægt af 14 ℔ pr. Kvadrattomme eller omtrent 1 Kilogram pr. Kvadratcentimeter.

Toricellis Rør var ligetil et Kviksølvbarometer, man kan blot forsyne det med en passende Inddeling enten i Tommer eller i Millimeter og kan da af denne aflæse Trykkets Størrelse paa forskjellig Tid eller Sted. Altid er det Forskjellen mellem Overfladen i Røret og i Karret udenfor, der er det bestemmende. Saadanne Barometre er imidlertid vanskelige at flytte, og man indretter dem derfor gjerne noget anderledes. Hævertbarometret, Fig. 94, bestaar af et bøiet Glasrør, hvis længste Gren er lukket, og hvis korteste er aaben. Dette er fæstet til et Bret, som bærer en Skala. Trykhøiden eller Forskjellen mellem Niveauerne i begge Rør aflæses af Skalaen, der er inddelt saa, at dens Nulpunkt staar lidt høiere end Kviksølvfladen i den anden Gren under almindelige Omstændigheder. Jagttages nu den

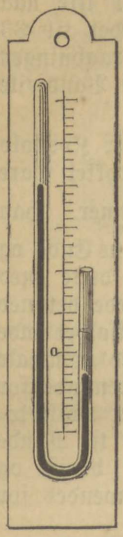

Fig. 94. Hævertbarometer.

Delstreg, hvortil Overfladen i det lange Rør staar over og i det korte under 0, og lægges disse to sammen, faaes Trykhøiden.

Stuebarometret Fig. 95 er ogsaa et Hævertbarometer, men den aabne Ende er udblæst til en Kugle, og Inddelingen gjælder blot den lange Gren. Da Overfladen i den videre Kugle for mindre Forandringer i Trykhøiden omtrent vil staa paa samme Punkt, aflæser man tilstrækkelig nøiagtigt til almindeligt Brug Trykhøiden blot paa den lange Gren. Dette er saameget mere Tilfældet, som det jo i det daglige Liv nærmest benyttes som Veirprofet, og det da mere kommer an paa, om Kvikſølvet stiger eller synker, end paa, hvor stor denne Stigning eller Synkning er. Den korte aabne Gren lukkes gjerne med en rumtsiddende Kork eller er overspændt med en porøs Hinde eller ender i en ganske fin Aabning. Ofte er paa Barometrets Ramme fæstet et Thermometer og en Stift, der kan forskyves og stilles ved Kvikſølvets Overflade, for at man lettere kan se, om denne falder eller stiger.

Barometrets Anvendelse som Veirglas beror derpaa, at det har vist sig, at Lufttrykket veksler med Vindens Retning, Temperaturen, Luftens Fugtighedsgrad m. m. Man har iagttaget, at Trykket er størst ved NO-Vind, og at det falder, naar Vinden gaar om gjennem O, SO til S og SV, i sidste Tilfælde er det lavest. Da nu nordlige Vinde gjerne giver smukt Veir, sydlige Regn og Uveir, saa vil et Fald af Barometret gjerne betyde sydlige Vinde med Nedbør, Stigning nordlige med Klarveir. Andre Omstændigheder kommer imidlertid til og gjør saadanne Spaadomme mere eller mindre upaalidelige. Stuebarometre bærer gjerne istedetfor en Inddeling i Tommer eller Millimetre, eller i al Fald foruden denne, Paaskrifter som „Smukt Veir", „Ustadigt" o. s. v. og denne Inddeling stilles da saa, at „Ustadigt" staar ved Stedets almindelige Barometerhøide.

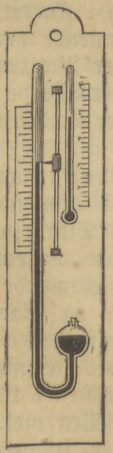

Fig. 95. Stuebarometer.

Da Luftens Tryk aftager med Høiden over Havet, har man i Observationer af Barometrets Fald under Opstigninger et særdeles bekvemt Instrument til Maaling af Høider. Naturligvis maa man herunder tage tilbørligt Hensyn til de Forandringer af Barometerstanden, som kan være en Følge af andre Aarsager, hvoriblandt Temperaturen ikke spiller en uvæsentlig Rolle; man maa derfor stadig ogsaa foru-

den Trykket notere sig Temperaturen efter et medbragt Thermometer. Efter Tabeller kan Feilen for forandret Temperatur rettes. Endvidere kommer hertil Forandringerne paa Grund af Veirligets Vexling. For sikre Jagttagelser er det derfor nødvendigt ogsaa at have Barometerobservationer fra et fast Punkt, der ikke ligger altfor fjernt. Dette har man nu i de talrige, omkring i alle Dele af vort som andre Lande oprettede meteorologiske Stationer, hvor Barometeriagttagelser anstilles flere Gange daglig.

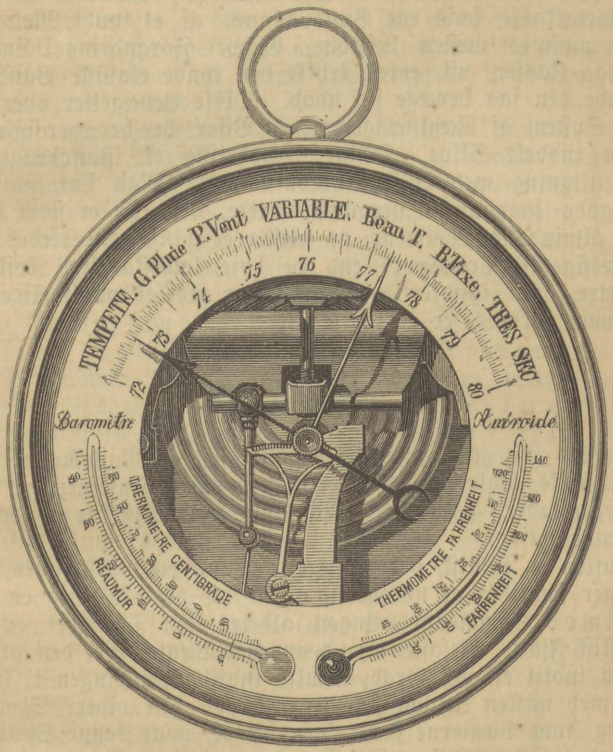

Fig. 96. Aneroïdbarometer.

Man vil da finde, at Barometret falder omtrent 1 Millimeter for hver 34 Fod, man stiger tilveirs, dog noget mindre, jo høiere man stiger. Efter Tabeller kan Høideforskjellen for hver Millimeters Forandring af den korrigerede Barometerhøide bestemmes.

En nødvendig Betingelse for et godt Barometer er, at Rørets indre Diameter ikke er saa liden, at Haarrørskraften skal gjøre sig gjældende. De før beskrevne Indretninger af Baro-

metret gjør dem lidet hensigtsmæssige til Transport, de taaler ikke Rystning, da derved let Luft kommer ind i Kviksølvmassen, der ogsaa let kan komme til for en Del at spildes, Glasrøret kan ved Stød gaa itu o. s. v. Man har derfor for transportable Barometre anvendt forskjellige Konstruktioner sigtende til at afhjælpe disse Ulemper.

I den senere Tid er meget kommen i Anvendelse de af Franskmanden Vidi i 1844 opfundne Aneroïdbarometre Fig. 96. Til disse anvendes intet Kviksølv. De bestaar af en liden rund Metalkasse, hvis ene Bund dannes af et tyndt Metalblik, og som pumpes næsten lufttom. Enhver Forandring i Luftens Tryk paa Kassen vil enten trykke den tynde elastiske Bund ind eller lade den faa bevæge sig udad. Disse Bevægelser overføres ved et System af Vægtstænger til en Viser, der bevæger sig rundt paa en inddelt Skive. Dennes Inddeling er istandbragt ved Sammenligning med et Kviksølvbarometer. Man har nu særdeles gode saadanne Aneroïdbarometre, der ikke er stort større end et almindeligt Lommeur, og altsaa er ganske anderledes hensigtsmæssige til Transport end de høie, letbeskadelige Kviksølvbarometre, som imidlertid endnu, hvor aldeles paalidelige Observationer fordres, er at foretrække.

3. Manometret.

Førend vi gaar over til Beskrivelsen af Manometret, maa vi forudskikke nogle flere Bemærkninger om de luftformige Legemers Egenskaber og Forhold. Vi tager fremdeles for os den os omgivende Luft.

Luften er elastisk, det vil sige, den kan pressés sammen, men den søger samtidig at udvide sig igjen og øver følgelig en Hindring imod Sammenpresningen, aldeles som Tilfældet er med en elastisk Fjær. Belaster man denne med Vægter, vil den pressés sammen indtil en vis Grad, nemlig indtil Spændingen i Fjæren virker med næsten ligesaa stor Kraft imod den videre Sammentrykning, som Vægterne for. Den bliver, naar denne Spænding er naaet, staaende stille. Belastes den med større Vægter, vil den sammentrykkes videre, indtil dens Spænding er lig Trykket af den forøgede Vægt. Om Fjæren nu bindes fast i denne Stilling, vil den fremdeles, selv om de tyngende Vægter tages bort, trykke udad med den samme Kraft som før. Aldeles ligedan forholder det sig med Luften. Tænker vi os en vis Portion Luft ved Havets Overflade, saa vil den fra alle Kanter pressés af den omgivende Lufts Tyngde, eller med 1 Atmosfæres Tryk, og den vil følgelig selv befinde sig i en saadan Grad af Sammentrykning, at dens Modtryk paa Grund af dens Elasticitet er lig

dette Tryk, eller den vil selv have, som man siger, en Spænding af 1 Atmosfære.

Da Atmosfærens Tryk bliver mindre, naar man stiger op fra Havets Overflade, saa vil, hvis man fører en Portion Luft fra Havet, altsaa med en Spænding af 1 Atmosfære, op paa et Fjeld, den medbragte Lufts Tryk være større end den omgivende; den vil derfor, naar den overlades til sig selv, kunne udvide sig og gjør dette, indtil dens derved formindskede Spænding er bleven lig med det omgivende mindre Atmosfæretryk, aldeles som om man tog nogle af Vægterne væk fra en dermed spændt Fjær, denne vilde da springe noget mere op. En vis Rummængde Luft ved Havets Overflade vil altsaa under mindre Tryk udenfra indtage et større Volum.

Hvordan Forholdet er mellem Luftens Volum og dens Spænding, har Mariotte først vist ved en ganske simpel Fremgangsmaade. Han fandt, at naar Luften sammentrykkes til det halve Rumomfang, bliver dens Spænding den dobbelte, sammentrykkes den til 1/3, bliver Spændingen 3 Gange saa stor. Paa en anden Maade viste han ogsaa, at naar Luftens Tryk bliver det halve, saa er Volumet det dobbelte o. s. v. Herved fik han den Lov istand, som efter ham bærer Navn af Mariottes Lov: Luftens Tryk og dens Volum er omvendt proportionale.

Den samme Lov gjælder ogsaa for andre luftformige Legemer eller Gasarter. Franskmanden Regnault har vistnok senere vist, at Loven ikke er aldeles rigtig, og at Luften f. Ex. er lidt mere sammentrykkelig; men Forskjellen fra Mariottes' Udsagn er kun liden.

Paa denne Lov grunder sig Manometrets Indretning. Dette Instrument er ligesom Barometret en Trykmaaler, men det benyttes især ved Undersøgelsen af store Tryk, ofte mange Atmosfærers.

Kvikfølvmanometret, Fig. 97, bestaar af et bøiet Glasrør, hvis ene Ende er tilsmeltet, og hvis anden Ende staar i Forbindelse med det Rum, hvori Luftarten, hvis Tryk skal prøves, befinder sig, f. Ex. en Dampmaskines Kjedel. I Røret er anbragt en Del Kvikfølv. Over Kvikfølvet i det lukkede Rør a er indestængt en Portion Luft af almindeligt Tryk (1 Atmosfære eller 760 m.m). Staar nu den anden Ende af Røret i Forbindelse med den ydre Luft ogsaa af 1 Atmosfæres Tryk, saa vil Kvikfølvet stille sig lige høit i begge Rør, og dette Sted paa a afmærkes. Sættes nu b i Forbindelse med Luft af andet Tryk, saa vil enten Kvikfølvet i a stige eller synke, eftersom det

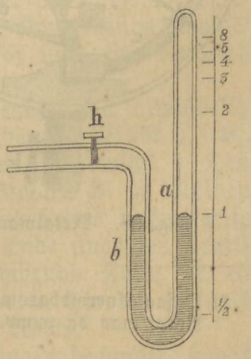

Fig. 97.
Kvikfølvmanometret.

Tryk, som skal prøves, er større eller mindre end 1 Atmosfære. Der kan nu, grundet paa Mariottes Lov, tilføies en Inddeling. Hvis Røret b overalt har ligestor Aabning, vil ved 2 Atmosfærers Tryk Kviksølvet staa midt imellem Rørets Ende og 1, ved 3 i $^1/_3$ fra Enden o. s. v., som Skalaen ved Figuren viser.

Ved store Tryk er imidlertid saadanne Glasrør udsat for at sprænges, og man har derfor konstrueret egne Metalmanometre, hvoraf Bourdons er indrettet som paa Fig. 98 vist. Det bestaar af et krumbøiet, lufttæt Rør ab af ganske tyndt Metalblik, der staar i Forbindelse med Røret r, som leder til det Rum, hvis Spænding skal prøves, og hvormed Forbindelsen aabnes eller lukkes ved Hanen h. Da den indre Side af ab er mindre end den ydre, vil, naar en Gasart med større Spænding slippes ind i Røret, Trykket blive stærkest paa den ydre Side af dette, som derfor vil rette sig noget mere ud; dets fri Ende b vil saaledes bevæge sig tilhøire, og denne Bevægelse overføres ved Stangen d til et Tandhjulsegment c og et lidet Tandhjul e, hvortil er fæstet en Viser g, som derved sættes i Bevægelse tilvenstre. Bevægelsen bliver større og større for stigende Spænding hos den tilslupne Luftart, og ved nu at sammenligne Viserens Bevægelse med et Kviksølvmanometer kan man forsyne Instrumentet med en passende Inddeling *).

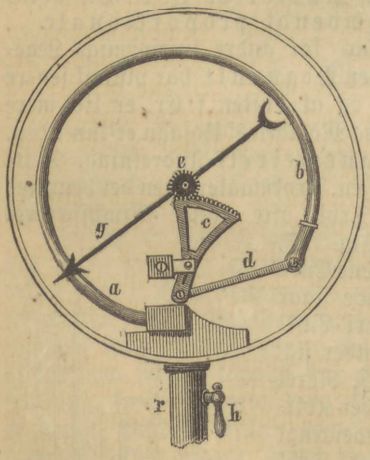

Fig. 98. Metalmanometer.

I Schäffers Metalmanometer er der istedetfor Metalrøret anbragt en elastisk Staalplade, der lufttæt er fæstet tvertover en Udvidelse i Tilløbsrøret. Naar en Luftart med stærkere Spænding gjennem Røret slippes ind mod Metalpladen, vil denne trykkes lidt op, og dens Bevægelse overføres paa lignende Vis som ved det forrige Instrument paa en Viser, der dreier sig henover en Inddeling.

*) Ogsaa Aneroïdbarometre med en lignende Indretning er konstruerede. Røret maa da pumpes næsten lufttomt.

XIII.

Pumper og hydraulisk Presse.

Pumperne kan deles i to Hovedklasser, nemlig Sugepumper og Trykpumper. De første kan, som allerede under Barometret omtalt, kun bruges indtil en vis, mindre Høide, da det er den ydre Lufts Tryk, som bringer dem til at virke, Vand kan saaledes derved blot hæves til en Høide af 33 Fod. For Trykpumperne gives der ingen saadan Grænse; efter sin Theori skulde de kunne benyttes til hvilkesomhelst Høider, for hvilkesomhelst Tryk, naar blot den Kraft, der driver dem, er stor nok og dens Dele stærke nok til at udholde Trykket. Hensigtsmæssighed sætter dog ogsaa her en Grænse. For store Høider bliver det fordelagtigere at anvende flere Trykpumper, den ene bringer da Vandet op til den næste, som faar det til videre Hævning. Foruden disse Pumper benyttes ogsaa ofte med Fordel for smaa Tryk saakaldte Centrifugalpumper.

Almindeligst anvendes Pumperne til at hæve Vand; men de benyttes i mange Tilfælde ogsaa til at fortynde eller fortætte Luft og andre Gasarter, Sugepumpen faar da Navn af Luftpumpe og Trykpumpen Fortætnings- eller Kompressionspumpe. Centrifugalpumpen kan ogsaa anvendes for Luft, den benyttes saaledes ofte som Blæsebælg.

Sugepumpen, saaledes som den anvendes saa almindelig til at skaffe Vand op af Brønde, ud af Skibe, Gruberum o. s. v., er en ganske simpel i Fig. 99 fremstillet Indretning. Den bestaar af Sugerøret A, Kolberøret eller Støvlen B og Kolben eller Stemplet C med sin Stempelstang, der sættes i Bevægelse ved Vægtstangen D. Ved Sugerørets øvre Ende findes en Ventil a, der aabner sig opad, og i den gjennembrudte Kolbe er en lignende, der ogsaa aabnes opad; endvidere er Støvlen forsynet med et Mundstykke F, hvoraf Vandet faar Udløb.

Vandet i Sugerøret vil, inden Pumpningen begynder, staa i samme Høide som udenfor, her i den murede Brønd, og over dette vil der naturligvis i Røret være Luft. Idet nu Pumpningen begynder, saa vil der ved Stemplets Opgang under dette

i Støvlen opstaa et luftfortyndet Rum, den ydre Luft vil ovenfra trykke Stempelventilen igjen, medens derimod a, paa Grund af det større Tryk under end over, vil aabne sig og lade en Portion Luft trænge op i Støvlen, indtil der saavel i denne som i Sugerøret er samme Tryk. Dette er imidlertid nu mindre end den ydre Lufts, denne vil derfor trykke paa Vandet i Brønden, og en Del af dette vil da stige op i Sugerøret til en saadan Høide, at dets Vægt + den over staaende Luft holder Ligevægt med den ydre Luft. Resultatet af Stemplets Hævning vil altsaa blive, at en Del Vand trænger udenfra ind i Sugerøret og her stiller sig høiere end udenfor. Føres nu Stemplet nedover, vil Luften under dette i Støvlen sammentrykkes, hvoraf Følgen bliver, at a lukkes, medens Stempelventilen aabnes, og en Portion af den i Støvlen værende Luft gaar følgelig op over Stemplet. Drages dette paany tilveirs, opstaar igjen et luftfortyndet Rum. Stempelventilen lukkes, a aabnes, mere Vand trænger ind i Sugerøret o. s. v. Tilsidst kommer Vandet paa denne Maade op i Støvlen, der trænger ved Stemplets Nedgang Vand istedetfor Luft op gjennem Stempelventilen, og dette øses nu ved Opgangen ud gjennem Røret F. Forat der ikke udenfra skal komme Forurensninger ind i Sugerøret, hvorved Ventilerne let kunde blive hindret i at lukke og aabne sig rigtig, er Sugerøret nedentil lukket og forsynet med en hel Mængde fine Huller, saaat den nederste Del altsaa danner en Slags Sil.

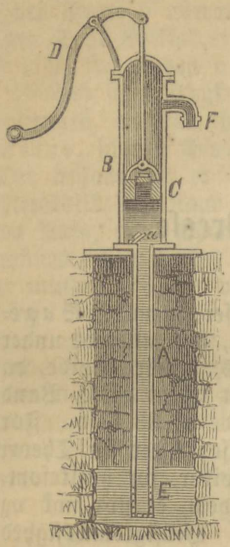

Fig. 99. Sugepumpen.

Hvad der især er af Vigtighed ved Sugepumpen er, at Stemplet slutter tæt til Støvlen og at Ventilen lukker godt for Aabningerne og let løftes af Trykket. Det er derfor især i Ventilernes og Stemplets Form at de forskjellige Sugepumper skiller sig ad. Den almindeligst benyttede Ventil, Klapventilen, er som paa Tegningen en Træ- eller Metalskive, under belagt med et Stykke mygt Læder, Filt eller Kautschuk og bevægelig omkring en Gjænge, der oftest blot dannes ved en Forlængelse af Belægget eller Pakningen, og som fæstes til den ene Side af Aabningen. Man kan ogsaa anvende en konisk Ventil; Aabningen maa da være kegleformig videre oventil end nedentil, og Ventilen ser ud som en almindelig Kork, men gjerne af Metal, der passer til Aabningen, og som ved Hjælp af en til dens Midte fæstet Stift, der atter bevæger sig gjennem Hullet i en Bøile, hindres

fra at løftes for høit op eller komme ud af ſin rette Stilling. Videre kan ogſaa bruges en ſaakaldet Kugleventil, der beſtaar ſimpelthen af en Metalkugle og er en ſærdeles god Ventilindretning.

Stemplet kan ogſaa ſimpelt indrettes ſom en ikke ganſke tætſluttende, lidt kegleformig Cylinder, der er gjennemboret efter Længden med en Del Huller. Over lægges en til Støvlegjennemſnittet nøiagtig paſſende Skive af tykt Læder, bedſt Hvalrosſkind, der ved en paa Stempelſtangen fæſtet Ring hindres fra at bevæge ſig mere end et ganſke kort Stykke over Stemplet. Dette Læderſtykke virker da baade ſom Pakning og Ventil for de mange Huller.

Saavel Støvle ſom Sugerør og Stempel kan gjøres enten af Træ eller Metal, bedſt er naturligvis det ſidſte.

Som man ſer, er det altſaa det ydre Lufttryk, ſom bringer Sugepumpen til at virke. Det er det paa Vandet udenfor Pumpen hvilende Atmoſfæretryk, ſom driver Vandet i det luftfortyndede Sugerør til at ſtige, indtil Vægten af Vandſøilen og Luften heri bliver lig det ydre Tryk, altſaa ved Havets Overflade lig 1 Atmoſfære. Men deraf følger, ſom under Barometret anført, at, ſelv om man pumper ſaalænge, til Røret er aldeles befriet for Luft, ſaa kan dog Vandet ikke ſtige høiere end til 33 Fod, da en Vandſøile af denne Høide netop veier ſaameget ſom en Luftſøile til Atmoſfærens Grænſe af Rørets Gjennemſnit. Derfor kan man ikke gjøre Sugerørets Længde mere end lidt over 30 Fod, ligeſom man naturligvis paa Grund af det aftagende Lufttryk maa indſkrænke ogſaa denne Længde for meget høitliggende Steder; paa en Høide af noget over 3000 Fod maa Sugerørets Længde ſaaledes gjøres omtrent 4 Fod kortere.

Der er imidlertid intet i Veien for ved Hjælp af en Sugepumpe ogſaa at hæve Vandet mere end 33 Fod, naar man indretter ſig ſaa, at Stempelſtangen oventil gaar gjennem en lufttæt Pakning, og Mundſtykket F bøies opad og paaſkrues et ſaakaldet Stigerør. I ſaa Tilfælde kan man jo ved Stengſlets Hævning lidt efter lidt bringe Vandſøilen i dette til at ſtige; men Arbeidet med Pumpen bliver da beſværligt, idet man jo ved hvert Hæv maa løfte hele Stigerørets Vandſøile. Man gjør da bedre i at lade Vandet fra den første Sugepumpe løbe ud i et Kar, hvorfra det af en høiere ſtillet Pumpe hæves videre, eller endnu bedre bruges Trykpumpe.

Luftpumpen. Den første, ſom konſtruerede en Luftpumpe, var Borgermeſteren i Magdeburg Otto von Guericke, ogſaa Opfinder af Elektricermaſkinen. Hans Pumpe var imidlertid meget ufuldkomment indrettet. Den beſtod først blot af en Metalſtøvle, hvori ved Hjælp af et Haandtag kunde bevæges et ſolid og tætſluttende Stempel. I den nedre Ende af Støvlen, ſom

her trak sig sammen til et smalere Rør, var en Sideaabning, hvori anbragtes en af ham opfunden, paa tvers gjennemboret Hane, ved hvis Dreining han altsaa sattes i Stand til, dels at aabne, dels lukke for Luftens Gjennemgang gjennem Røret til Støvlen. Videre havde Røret ogsaa et andet Hul, som kunde tilstoppes med en Stift og derved sættes i eller ud af Forbindelse med den ydre Luft. Til den nederste Ende af Røret fastskruedes det Kar, som han vilde befri fra Luft.

Naar han skulde trække Stemplet op, aabnedes Hanen, saa at Luften kunde passere fra det tilskruede Kar, den saakaldte Recipient, til det under Stemplet i Støvlen opstaaede luftfortyndede Rum; efter at have trukket Stemplet til en vis Høide vred han Hanen om, saaat Røret lukkedes; Stiften toges ud, og Stemplet tryktes ned, hvorved Luften pressedes ud gjennem den fine Aabning, som før lukkedes af Stiften. Derpaa sattes denne atter i, Hanen aabnedes, Stemplet blev hævet o. s. v. Paa denne Maade fortyndedes efterhaanden Luften i Recipienten i alt større Grad. I dennes Hals var anbragt en paa samme Maade som Støvlen gjennemboret Hane; naar denne lukkedes, kunde Recipienten skrues fra og bringes bort, uden at Luften udenfra formaaede at trænge ind.

Det var med en saadan Pumpe at Guericke paa Rigsdagen i Regensburg 1654 foretog sit bekjendte Forsøg med de magdeburgske Halvkugler. En hul Metalkugle paa omtrent 20 Tommers Diameter var delt i 2 nøiagtig til hinanden svarende Halvkugler. Om disse lagdes paa hinanden, vilde de naturligvis under almindelige Omstændigheder ingen Sammenhæng have. Han forsynede imidlertid den ene med et Rør, hvori en Hane var anbragt, dette skruedes til hans Luftpumpe, og Luften pumpedes ud af de to nøie sammenlagte Kugler. Den ydre Luft trykkede nu saa stærkt paa de to næsten lufttomme Halvkugler, at der maatte 24 til 30 Heste, forspændte for hver Del, til at slide dem fra hinanden, hvilket sluttelig skede med et Smæld, som om en Kanon affyredes. Naar man betænker, at en saadan Kugle har en Overflade af over 5000 Kvadrattommer, og at der, forudsat at Kuglen var aldeles lufttom, hvad den forresten blot tilnærmelsesvis kunde være, paa hver Kvadrattomme vil hvile et Tryk af 14,2 norske ℔ og følgelig paa den hele Kugle et Tryk, større end 71000 ℔, saa forstaar man, at der maatte en voldsom Kraft til for at overvinde dette.

Allerede Guericke forbedrede sin Pumpe, idet han fæstede den til en Fod og bevægede Stemplet ved Hjælp af en Vægtstang. Den har imidlertid senere undergaaet en hel Del Forandringer, navnlig var jo Hanerne og Stiften, som nøie maatte passes og bevæges med Haanden, en høist ufuldkommen Indret-

ning. I Fig. 100 er afbildet den hovedsagelige Indretning af en af de moderne Luftpumper.

Paa den af Papin først anvendte glatslebne Tallerken T af Glas eller Metal og bestrøget med Fedt staar den klokkeformige Glasrecipient R. Dennes indre Kant er ogsaa glatsleben, saaat den slutter aldeles lufttæt til Tallerkenen. Den kan naturligvis, naar den har denne Form, ikke flyttes, uden at der trænger Luft

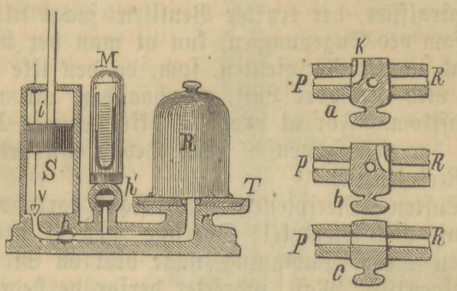

Fig. 100. Luftpumpen.

ind i den. Vil man have en flytbar Recipient, maa den være forsynet med en trangere Hals med en Hane og indrettet saa, at den kan skrues ned om Mundingen af Røret r, der leder hen til Pumpestøvlen S. Ved h er anbragt en Hane, der er gjennemboret efter Senguerds Princip, som det sees af de vedføiede Tegninger a, b og c.

Hanen har 2 Kanaler, en der løber fra dens Ende langs Axen til Midten, hvor den munder ud paa Siden, og en anden, der gaar tversigjennem den; disse 2 Kanaler staar ikke i nogen indbyrdes Forbindelse. Naar Stillingen er som i a vist, saa staar Pumpestøvlen ved P i Forbindelse med den ydre Luft ved k, medens den anden Kanal er lukket, saa heller ikke Recipienten ved R har nogen Forbindelse med P. I b derimod staar R i Forbindelse med den ydre Luft, medens P er tillukket. I c er endelig Forbindelsen med den ydre Luft tilstængt baade for R og P, medens derimod disse ved Tverkanalen staar i indbyrdes Forbindelse. Saalænge man pumper, er Stillingen som i c; naar man, efter at have pumpet Luften ud vil stænge for Recipienten, er Stillingen som i a; men, naar man atter vil bringe Luft ind under denne, som i b. Har man Stillingen c og vil faa frem a, dreies en fjerdedels Omdreining til venstre; vil man have b, dreies ligemeget til høire.

Ventilen v er koniſk og aabnes og lukkes under Stemplets Bevægelse af dette selv, idet den gjennem dette gaaende Ventilstang i paa Grund af Friktionen under Opgang følger med et

Stykke og aabner v; under Nedgang gjør ligeledes Friktionen, at v lukker Røraabningen. Forat denne Ventilens Bevægelse ikke skal blive for stor, er Stangen oventil forsynet med en fastsiddende Klods, der støder an mod Støvlens Laag; naar dette er skeet, glider Stemplet videre om i.

Kolben eller Stemplet selv er gjennemboret efter Midten; for den nedre trangere Del af Aabningen stænger en Ventil i Form af en foret Metalplade, hvortil er fæstet en Styrestift og en liden Spiralfjær, der trykker Ventilen svagt til. Virkningen er aldeles som ved Sugepumpen, kun at man her blot suger Luft og ikke Vand ud fra Recipienten, som, da den ikke staar i nogen Forbindelse med den ydre Luft, efterhaanden vil nærme sig til at blive lufttom. For at prøve Trykket, er ved M anbragt en Trykprøver, der ved Hanen h' efter Behag kan sættes i Forbindelse med Recipienten.

Naar Luften i Recipienten bliver stærkt fortyndet, saa virker den ydre Luft paa Stemplets Overside med et betydeligt Tryk, der gjør den videre Pumpning, naar blot én Støvle anvendes, temmelig besværlig. Man indretter derfor de bedre Luftpumper med to Støvler, hvis Stempler ved en Vægtstang afvexlende hæves og sænkes, saaat det ene bestandig er i Nedgang, naar det andet gaar op, og omvendt. Herved vil det ydre Lufttryk paa det nedgaaende Stempel hjælpe til at overvinde Modstanden mod det opgaaende. Stempelstængerne er i dette Tilfælde formede som Tandstænger, der griber ind i et Tandhjul, som atter af en Vægtstang sættes i Bevægelse afvexlende til den ene og den anden Side. Man har imidlertid ogsaa andre Konstruktioner.

Det er især til fysiske og kemiske Experimenter at Luftpumpen anvendes.

Trykpumpen er i sin simpleste Form ligesaa enkel som Sugepumpen. Dens Stempel er tæt, uden nogen Aabning; det er ikke nødvendigt, at Kolben selv slutter tæt til Støvlens indre Side, men Støvlen maa da ved Aabningen for Stempelstangen have en solid Pakning. Den har ligesom Sugepumpen 2 Ventiler, en, der aabner sig indad til Pumpen, og hvorved Vandet finder Indgang, og en, der aabner sig opad i det i Forbindelse med Støvlen staaende saakaldte Stigerør, hvorigjennem Vandet presses op. Trykpumpen er i Grunden tillige en Sugepumpe, da det er det i Støvlen formindskede Lufttryk, som aabner Tilløbsventilen og altsaa paa samme Maade som ved den anden suger Vandet ind. En virkelig Kombination af Suge- og Trykpumpe bliver den især, naar, hvad der hyppig er Tilfældet, Vandfladen ikke befinder sig umiddelbart ved Pumpen, men længer nede og bringes op ved Hjælp af et Sugerør.

Det er en saadan, egentlig kombineret Tryk- og Sugepumpe, som er fremstillet i Fig. 101. K er det solide Stempel, hvis

Gjennemsnit er mindre end Støvlens (r), og som selv gaar indeni den i Støvlelaaget anbragte Pakning, der holdes fast sammenpresset ved Hjælp af 2 Skruer; h er Sugerøret med sin Ventil a, og ss er Stigerøret med Ventilen b. Begge Ventiler er koniske og aabner sig opad. Tillige har hvert Rør en gjennemboret Kran eller Hane c og d, der tjener til fuldstændig at aflukke Rørene, om man ønsker dette.

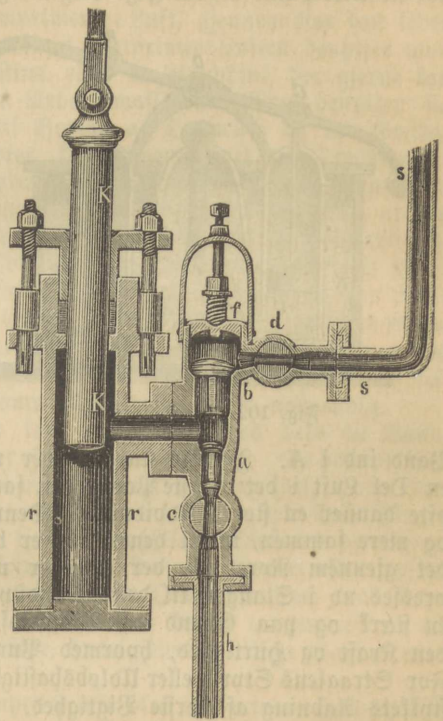

Fig. 101. Trykpumpen.

Naar Stemplet gaar op, fortyndes Luften i r, Vandet vil da efter færre eller flere Slag trænge op gjennem h og gjennem den ved Opgangen aabnede Ventil a løbe ind i Støvlen, hvorfra det nu ved Stemplets Nedgang drives ud igjen med stor Kraft, lukker a, men aabner b og trænger op i Røret s. Gaar nu Stemplet igjen op, saa bevirker Vandtrykket i s og det formindskede Tryk i r, at b igjen lukkes, medens gjennem h en ny Mængde Vand indføres og, ved Stemplets Slag nedover igjen, ogsaa presses op i s, der paa denne Maade lidt efter lidt fyldes helt op til Udløbsrøret. Hvert nyt Slag vil herefter bringe en saa stor Vandmængde ud af dette, som der formaar at trænge ind i Pumpen gjennem a.

Da denne Pumpe ikke egentlig virker paa Grund af det ydre Lufttryk, saa er det, som før nævnt, kun praktiske Hensyn, der bestemmer Længden af Stigerøret.

Brandsprøiten er en Anvendelse af Trykpumpen. Allerede Heron fra Alexandria skal, mener man, have forfærdiget en Brandsprøite af noget nær samme Konstruktion som den nu anvendte. Hans Opfindelse gik imidlertid i al Fald senere tabt, og den første nye skal være konstrueret i Augsburg i Begyndelsen af det 16de Aarhundrede. Den blev først senere forsynet med

Slanger og nogle mindre Forbedringer. I Fig. 102 er fremstillet et Gjennemsnit, der viser dens Princip.

KK er Kassen, hvori Vandet fyldes, B og C er to Trykpumper med hver sit solide Stempel s og s'. Ved Hjælp af den om sit Midtpunkt D dreielige Vægtstang E F bevæges afvexlende Stemplerne, hvis Stænger er bevægeligt fæstede til G og H, op og ned. Naar s gaar op, gaar s' ned; Vand trænger da ind ad a, medens c og b lukkes, d aabnes, og Vandet fra C presses ind i A. Gaar s ned, bliver det modsatte Tilfælde. Hvordan man end bevæger Stangen E F, saa vil der altsaa presses Vand ind i A. I dette Kar er der nu af Vandet indespærret en Del Luft i det øverste Parti, den saakaldte Vindbøsse, der ofte danner en større Udvidning. Denne Luft vil presses mere og mere sammen, indtil dens Tryk er blevet saa stærkt, at Vandet gjennem Røret R, der munder noget ovenfor A's Bund, presses ud i Slangen til dens Mundstykke, som det forlader som en stærk og paa Grund af Vindbøssen uafbrudt Straale, om den Kraft og Hurtighed, hvormed Pumpen drives, er stor nok. For Straalens Styrke eller Udløbshastighed er Størrelsen af Mundstykkets Aabning af største Vigtighed. Jo mindre Aabningen er, des hurtigere vil Vandet løbe ud deraf, eller des høiere vil altsaa Straalen kunne stige. Enten den er stor eller liden, maa jo nemlig klarlig for hvert Slag den samme Vandmængde presses ud af Stemplerne, og dette kan gjennem en trang Aabning kun ske derved, at Hastigheden bliver saa meget større.

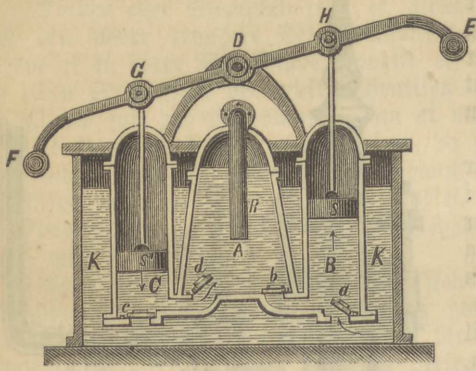

Fig. 102. Brandsprøiten.

Kompressions- eller Fortætningspumpen er i alt væsentligt indrettet som den almindelige Trykpumpe, kun er gjerne begge Ventiler anbragte i Støvlens Bund. Den ene, hvorigjennem Tilløbet sker, aabner sig indad og lukkes altsaa ved Stemplets Nedgang; den anden, som fører Gasen hen til det Rum, hvori man ønsker at sammentrykke den, aabner sig udad, altsaa ved Nedgang, men lukkes af det større Tryk paa den anden Side, naar Stemplet gaar op. Ventilerne selv er gjerne koniske og forsynede med en Spiralfjær. Da man ofte ønsker en Sammentrykning i særdeles stærk Grad, undertiden til mangfoldige Atmo-

ſfærers Spænding, ſaa maa i ſaa Tilfælde Konſtruktionen være meget ſolid.

Komprimeret Luft anvendes nu i mangfoldige Tilfælde til at drive Maſkiner iſtedetfor Damp, da man ofte paa Arbeidsſtedet vilde have Uleilighed med denne og Røgen, og fordi Dampen ikke, ſaaledes ſom den komprimerede Luft, gjennem Rør kan ledes over lange Strækninger. Til at komprimere Luften benytter man ſig enten af en Dampmaſkine eller et Vandhjul, der gjerne kan ſtaa Tuſinder af Alen fra Arbeidsmaſkinen. Man benytter ſig iſær af deslige Maſkiner til Boring af Tunneller og ved Grubearbeide; ſaaledes anvendtes komprimeret Luft til Drivning af Boremaſkinerne under Sprængningen af Mont Cenis Tunnellen. Af ſtørſte Betydning ved ſlige Arbeider er ogſaa den Fordel, at den efter Benyttelſen udſlupne Luft tjener ſom et kraftigt Veirvexlingsapparat, og det er ikke Tvivl om, at komprimeret Luft til Drift af Maſkiner i mange Tilfælde kommer til at ſpille en ſtor Rolle baade af den ſidſtnævnte Grund, paa Grund af dens ſtore Renslighed, og fordi man kan have den egentlige Kraftmaſkine paa længere Afſtand, hvorved man oftere kan benytte ſig af den billigere Vandkraft, hvor Damp ellers vilde været nødvendig.

Centrifugalpumper kan ogſaa anvendes dels til Vand, dels ſom Fortyndings- eller Fortætningspumper. De beſtaar ſimpelthen af en Kapſel med cirkelformigt Gjennemſnit, hvori der meget haſtig dreier ſig en Axe med en hel Del Vinger eller Skovler, der næſten berører Kapſelens Omkreds og Sider. Gjennem en Aabning omkring Axen kommer Vandet eller Luften ind og ſlynges ved den voldſomme Omdreining ud mod Kapſelens Omkreds. Denne løber paa et Punkt tangentialt ud til Siden og fortſættes i et Rør, hvorigjennem altſaa Vandet eller Luften preſſes ud.

Som Vandpumpe benyttes den blot for mindre Høider, ikke ſtørre end omtrent 25 Fod, og er for ſaadanne ſmaa Hævninger ſærdeles virkſom, da den giver en ſtadig Strøm. Skal den benyttes ſom Fortætningspumpe eller ſom Blæſebælg, hvad der i den ſenere Tid er temmelig almindeligt, ſaa har den ganſke ſamme Indretning. Skal den derimod tjene ſom Fortyndingspumpe, ſaa maa der fra det Rum, hvori man vil have Luften fortyndet, føre et Rør, der munder ud ved Axen eller rettere gaar gjennem denne. I dette Tilfælde faar ofte Pumpen en lidt anden Form, idet Skovlerne ſidde fæſtede til Kapſelen og altſaa blot danne Skillevægge i denne, der ingen Beklædning har paa ſelve Periferien. Man kan naturligvis ogſaa indrette ſig ſaa, at medens man frembringer en Fortynding i et Rum, faar man en Fortætning i et andet ved den ſamme Pumpes Virkſomhed, idet man nemlig fører et Rør fra det førſte Rum til Axen, medens fra Omkredſen et andet leder hen til det ſidſte Rum.

Atmosfæriske eller pnevmatiske Jernbaner og Brev- og Pakkeposter er en Anvendelse af Fortætnings- og Fortyndingspumper, som spiller en vis Rolle. Allerede Papin, den berømte, men ulykkelige Franskmand, om hvem der tales mere under Dampmaskinen, specielt Dampskibet, fremkom med den Tanke at drive Vogne ved Hjælp af komprimeret Luft gjennem en særskilt dertil indrettet Tunnel; de skulde altsaa blæses frem bagenfra. Hans Tanke gjenoptoges af Englænderen Medhurst for nogle og femti Aar siden; han vilde dog, at Vognene selv skulde gaa paa Skinner i fri Luft, men langs Skinnerne skulde der ligge stærke Jernrør, hvori bevægede sig en Kolbe, som atter gjennem en Ridse langs Røret skulde staa i Forbindelse med Vognene. Konstruktionen af denne Forbindelse, der skulde være lufttæt uden dog at foraarsage altfor stor Friktion, mødte store Vanskeligheder. Flere andre har siden spekuleret paa det samme, og der er ogsaa bleven bygget flere smaa Banestykker efter dette Princip, men de viste sig ikke hensigtsmæssige og nedlagdes snart igjen. I England er dog fra 1865 dette Princip for Personbefordring atter kommet til Anvendelse paa en Bane mellem London og Sydenham. Denne er indrettet aldeles som Brev- og Pakkeposten.

Pnevmatisk Postforbindelse findes nu i flere store Steder: London, Paris, Wien og Berlin. Den i London var den første. Ledningen bestaar her af et 3 Fod høit, oventil noget tilspidset, i Bunden fladt Rør; i denne bevæger sig smaa Vogne af samme Gjennemsnit paa Skinner i Rørets Bund. Bevægelsen sker ved Hjælp af en Centrifugalpumpe eller „pnevmatic ejector", der paa Modtagelsesstedet altsaa fortynder Luften foran Vognen og suger denne til sig, medens samtidig en lignende Pumpe fortætter Luften bag og altsaa herved hjælper til med sin Blæst. Vognen gaar meget hurtig og taaler stærke Stigninger, ligesom flere Vogne kan føies til, uden at Farten mindskes.

Paa samme Maade er altsaa ogsaa Passagerbanen indrettet, kun tiltrænges her paa Grund af Vognenes Størrelse ikke en saa stærk Fortyndning, idet nemlig Trykket, der er ligestort paa hver Kvadrattomme, her samlet bliver saa meget større, fordi Overfladen er den mangedobbelte, medens Modstanden ikke paa langt nær voxer i den Grad. I Stedet for Rør har man her en muret Tunnel.

Rørledningerne er andensteds mindre, kun nogle Tommer i Diameter, og de Kapsler, hvori Brevene lægges, følgelig ogsaa smaa; man bruger da hele Tog af saadanne Kapsler. Naturligvis er Ledningen underjordisk.

Den hydrauliske Presse er fremstillet i Fig. 103. Den bestaar af en Trykpumpe anbragt inde i b med et Stempel af ganske liden Diameter. Stempelstangen s kan enten bevæges ved

Hjælp af en Vægtſtang eller ved en eller anden Maſkine. Gjennem Røret t ledes det udpreſſede Vand eller Olje ind til en hul Cylinder cc med meget ſtærke Vægge. I denne befinder ſig et Stempel af betydelig ſtørre Gjennemſnit end Trykpumpens. Dette gaar under ſærdeles ſtærk Pakning gjennem Cylinderens

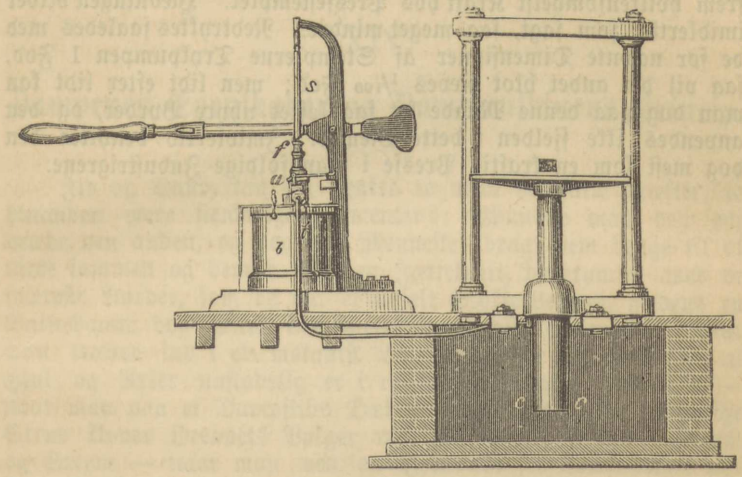

Fig. 103. Hydrauliſk Preſſe.

Laag og ender oventil i en Jernplade, over hvilken, faſt befæſtet til ſtærke Stændere, befinder ſig en anden Trykplade.

Idet Stempelſtangen løftes op, ſuges der ſom ved andre Trykpumper Væſke ind i Støvlen; naar den trykkes ned, preſſes denne altſaa ind i den anden Cylinder, der før er fyldt med ſamme Væſke. Trykket kommer da til at virke paa dennes Stempel med en ſaameget ſtørre Kraft, ſom dets Gjennemſnitsflade er ſtørre end Trykpumpens. Der kommer nemlig til at hvile et ligeſtort Tryk paa hver Kvadrattomme, hvadenten Stemplet er ſtort eller lidet; men det ſamlede Tryk bliver altſaa ſaameget ſtørre paa det ſtørre Stempel. Til Gjengjæld kommer imidlertid Bevægelſen af Preſſeſtemplet opad til at blive ligeſaameget mindre end Trykpumpens nedad.

Herpaa er det, at den hydrauliſke Preſſes ſtore Virkning grunder ſig. Er ſaaledes Diameteren for Trykpumpens Stempel $^1/_{10}$ af Preſſeſtemplets, ſaa vil det ſidſtes Gjennemſnitsflade være 100 Gange ſaa ſtor ſom det førſtes. Antager vi nu, at den førſte er 1 □ Tomme, den ſidſte 100 □ Tommer, og preſſes Trykpumpeſtemplet ned med en Kraft af 400 ℔, ſaa vil Preſſepladen udholde et Tryk af $400 \times 100 = 40000$ ℔, og med

samme Kraft vil altsaa og en Gjenstand mellem de to Plader blive presset, eller en saa stor Vægt formaar Stemplet at løfte.

Den hydrauliske Presse benyttes saavel, som Navnet angiver, til Presning som ogsaa til Løftning af meget tunge Gjenstande. Man kan jo nemlig ved at afpasse Stemplernes Gjennemsnit faa frem hvilkensomhelst Kraft hos Pressestemplet. Hævningen bliver imidlertid, som sagt, saa meget mindre. Nedtrykkes saaledes med de før nævnte Dimensioner af Stemplerne Trykpumpen 1 Fod, saa vil det andet blot hæves $^1/_{100}$ Fod; men lidt efter lidt kan man dog paa denne Maade let faa løftet uhyre Byrder, og den anvendes ikke sjelden i dette Øiemed. Imidlertid benyttes den dog mest som en kraftig Presse i mangfoldige Industrigrene.

XIV.

Dampenes Egenskaber og Dampmaskinens Princip.

Ild og Vand, kan der tænkes to mere modsatte Kræfter, to hinanden mere fiendtlige Elementer? Ubundne maa den ene dræbe den anden, og dog har Mennesket bragt dem begge til at virke sammen og derved skabt en Jættekraft, der tumler med de sværeste Byrder, som de var et usselt Stykke Legetøi, medens en Barnehaand dog tøiler den med den mindste Bevægelse. Naar man træder ind i et mekanisk Værksted, hvor en Utallighed af Hjul og Axler uafladelig er i rastløs, feberagtig Bevægelse — naar man paa et Dampskibs Dæk ved dets Hjul eller usynlige Skrue kløver Oceanets Bølger med Vindens Hast trods Storm og Strøm — naar man ved en Jernbane ser Lokomotivet udstødende Røg og Damp end hurtigere føre med sig en lang Række af tungtlæssede Vogne — kortsagt, naar man betragter den utallige Anvendelse af Dampmaskinen, Sjælen i hele den moderne Industri, Bæreren af Nutidens udbredte Kommunikation, hvor maa man ikke da gribes af Beundring over Menneskeaandens Storhed, der har formaaet at udrette alt dette ved den sindrige Anvendelse af Vandets og Ildens forenede Virkninger! Og hvor maa man ikke føle Taknemlighed for de Mænds Snille og Energi, der formaaede at skabe os et saa uvurderligt Gode!

Naar der i det følgende skal forsøges at give et Indblik i alle disse Foreteelser, kan dette kun ske i store Træk, ligesom kun nogle af de betydningsfuldeste Navne, der udødeligt har knyttet sig til denne Opfindelses Historie, kan nævnes. Hvor mangt et mislykket Forsøg, hvor mangen en skuffet Forhaabning skjuler der sig ikke bag en saadan Beretning? Og hvor mangen søvnløs Nat, hvor mangt et aarlangt Arbeide har ikke ofte en liden, men dog virksom Forandring i Anordningen eller Konstruktionen af de forskjellige Smaadele kostet?

Først maa der dog forudskikkes en Del Bemærkninger om

Dampenes Egenskaber. Man skiller i daglig Tale mellem Gasarter og Dampe; i Virkeligheden er de dog ganske det samme, de er allesammen Dampe af flydende eller faste Legemer.

Dette har man alt længe troet; men det var først i Slutningen af 1877 at Cailletet i Paris og Pictet i Genf gjorde Forsøg, hvorved det omtrent samtidig lykkedes dem begge paa det ufeilbarligste at bevise denne Mening. Der havde hidtil været fem luftformige Legemer, som det trods de ivrigste Forsøg havde været umulig at bringe til flydende eller fast Form, og som man derfor kaldte permanente Gasarter, det var Surstof, Kvælstof, Vandstof, Kuloxyd og Kvælstofoxyd, hvoraf de to første er Luftens Hovedbestanddele. De nævnte Mænd overvandt imidlertid deres ihærdige Modstand, fik dem flydende og enkeltvis endog i fast Form og godtgjorde derved paa det klareste, at ogsaa disse kun var Dampe.

I det praktiske er dog en saadan Skjelnen mellem Gas og Damp fuldstændig berettiget, idet man til det første Begreb henfører Legemer, der under almindelige Omstændigheder er luftformige, til det sidste derimod saadanne luftformige Legemer, der i Regelen have fast eller flydende Form.

Den Tilstand, hvori en Vædske befinder sig, naar den forvandles til Damp, kalder man som bekjendt Kogning. Tager vi for os den almindeligst udbredte Vædske, Vandet, saa er det vistnok saa, at dette selv under almindelige Forhold gaar over til Damp, men dette sker kun langsomt og fra Overfladen ved Fordunstning. Ved særegne Foranstaltninger kan imidlertid denne Dampdannelse bringes til at ske fra det Indre og med stor Voldsomhed, det er dette man forstaar ved Kogning. Dette kan ske paa to Maader, enten ved at opvarme Vandet eller ved at formindske det Tryk, der hviler paa dets Overflade. I et aabent Kar vil dette Tryk være Luftens, eller ved Havets Overflade altsaa være lig 1 Atmosfære eller 760 m. m. Barometertryk. Ophedes nu det i Karret værende Vand, vil der, naar Temperaturen er bleven 100° C., begynde at stige Bobler op til Overfladen, hvor de brister; disse Bobler indeholder Vand i luftformig Tilstand eller Vanddamp, Vandet er da kommen i Kogning, siger man. Undersøger man, medens Kogningen vedvarer, Temperaturen, vil man finde, at denne altid vedbliver at være 100°, hvor meget Varme man end tilfører. Først naar alt Vand er gaaet over til Damp, og denne tilføres mere Varme, vil Temperaturen atter begynde at stige. Den Varme, som saaledes tilsyneladende gaar tabt, men som i Virkeligheden, som vi skal se, findes i Dampen og kan faaes tilbage, kaldes bunden eller latent.

Man kan imidlertid ogsaa bringe Vandet til at koge ved at formindske Trykket, selv om Temperaturen er langt under 100°. Ved at sætte en Skaal Vand ind under Klokken paa en Luftpumpe og pumpe ud Luft, vil Trykket aftage, og Vandet vil hurtig fordunste; pumper man ogsaa raskt ud den dannede Damp,

vil man endog paa denne Maade kunne bringe det til at koge ved almindelig Temperatur. Hvis man derimod omvendt forøger Trykket, saa vil man se, at man maa ophede Vandet til over 100°, forat faa det til at koge. Ved 2 Atmosfærers Tryk vil saaledes Kogepunktet først være naaet ved 121½° C..

Det er under Barometret omtalt, at luftformige Legemer altid stræber at udvide sig og derved foraarsager et Tryk mod Omgivelserne, og at dette Tryk kaldes Luftartens Spænding. Saaledes forholder det sig ogsaa med Vanddamp og andre Dampe. Endvidere nævntes, at en Luftarts Spænding voxer med dens Temperatur. Kogningen indtræder nu ved den Temperatur, hvorved Dampene har samme Spænding som det paa dem hvilende Tryk; heraf kommer det, at Kogepunktet forandres med Trykket, medens det for samme Væske altid er det samme, naar Trykket er det samme.

Det omvendte af hvad her er udviklet ved Overgangen fra Væske til Damp, finder Sted, naar Damp gaar over til Væske eller *kondenseres*, som man siger. Berøver man et luftformigt Legeme Varme, saa vil man tilsidst naa en Temperatur, der er saa lav, at dets Spænding ikke kan holde det omgivende Lufttryk Stangen, det maa da gaa over til Væske. Denne Temperatur, Kondensationspunktet, er den samme som Kogepunktet og afhænger som dette af Trykket. Saalænge Kondensationen varer, altsaa til al Damp er bleven til Væske, saa vil Temperaturen, om man fremdeles berøver Dampen Varme, ikke falde, idet den ved Dampens Dannelse bundne Varme nu igjen bliver fri og saaledes hindrer Temperaturens Synken.

Der er altsaa to Maader til at bringe en Væske over i Dampform, eller en Gasart over til Væske; man kan enten lade Temperaturen eller Trykket forandres. Holdes Temperaturen paa samme Punkt, og man begynder at sammentrykke en Damp, saa vil den i Begyndelsen nogenlunde følge Mariottes Lov, Dampens Volum vil aftage i samme Grad, som Trykket tiltager, men endelig vil man komme til et Punkt, hvorved der vil begynde at danne sig Væske, Dampens Spænding kan ikke længer holde Stand mod Trykket, der har naaet sit *Maximum af Spændkraft* ved denne Temperatur, som man siger, og Rummet siges at være *mættet* af Damp. Forøges Trykket endnu mere, vil al Damp gaa over til Væske. Da Dampens Spænding tiltager med Temperaturen, saa tiltager ogsaa dens Maximum af Spændkraft, naar Temperaturen stiger. Naar en Væske koger eller en Damp kondenseres, har altsaa ifølge det foregaaende Dampen netop Maximum af Spændkraft.

Efter hvad her er udviklet sees altsaa, at den eneste Forskjel, som findes mellem Dampe og Gasarter er den, at medens de første under almindelige Omstændigheder er Væsker og først

ved Forøgelse af Temperaturen eller Formindskelse af Trykket gaa over til Damp, saa er de sidste i Regelen luftformige og gaar først ved lav Temperatur og høit Tryk over til Væske.

Den bekjendte Mariottes Lov er før nævnt ikke at være ganske rigtig, specielt er Forskjellen fra den ikke ubetydelig ved Dampe under lavere Temperatur; Dampene viser sig da mere sammentrykkelige, end de efter denne Lov skulde være. Det har imidlertid vist sig, at Forskjellen for Dampenes Vedkommende bliver mindre og mindre, jo høiere Temperaturen bliver, og at for Gasarternes Vedkommende det omvendte er Tilfældet, jo mere de nærmer sig sit Kondensationspunkt, altsaa jo lavere Temperaturen og jo høiere Trykket bliver. Altsaa finder der ogsaa i denne Henseende Overensstemmelse Sted mellem Gasarter og Dampe, de bliver alle forholdsvis mere sammentrykkelige, jo nærmere de kommer sit Kondensationspunkt eller Maximum af Spændkraft.

Dampmaskinens Princip. Befinder en Gas eller en Damp sig i et lukket Kar, og man opheder dette, saa vil efter det foregaaende Dampens Spænding voxe med Temperaturen, og det Tryk, som den udøver paa Karrets Vægge, vil blive større og større. Lidt anderledes forholder det sig, om der ogsaa er Vand i Karret. Indeslutter man i et fuldkommen tæt Kar en Del Vand og opheder dette, saa vil, hvis den over Vandet værende Lufts Tryk er af 1 Atmosfære, Vandet begynde at koge ved 100° C., og der vil altsaa ogsaa begynde at samle sig Damp over Vandet; herved vil imidlertid Trykket voxe og Dampdannelsen ophøre; men ved Tilførsel af mere Varme begynder denne atter, Trykket stiger endnu mere, og saa fremdeles. Efterhvert som Vandets Temperatur ved Tilførslen af mere Varme stiger, stiger altsaa ogsaa Trykket af Dampen inde i Karret eller hvad der her er det samme, dens Maximum af Spændkraft. Dette Tryk øges meget hurtig, ved 121° C. er det 2 Atmosfærer, ved 144° er det 4, ved 200° er det 15 o. s. v. Naar man nu ved, at 1 Atmosfære udøver et Tryk af 14,2 norske Pund pr. Kvadrattommes Overflade eller omtrent 1 Kilogram pr. Kvadratcentimeter, saa fatter man, hvilke umaadelige Tryk der her bliver Tale om, og hvor uhyre Dampens Kraft er.

Bringer man Vand i en Gryde med tætsluttende Laag til Kogning, vil efter kort Tids Forløb den dannede Damp overvinde Laagets Vægt, løfte dette og undslippe i Luften. Indeslutter man i en Bombe en Del Vand, lukker Aabningen stærkt til med en Metalskrue og lægger Bomben paa en stærk Ild, saa vil efter kortere eller længere Tids Forløb Spændingen inde i den blive saa stor, at Bomben springer under den voldsomste Explosion. Dette er Ting, som var kjendte siden umindelige Tider; at tæmme denne vilde Kraft, saaat den ikke virkede øde-

læggende, men traadte i Menneskets Tjeneste som hans kraftigste og villige Redskab blev først forbeholdt den seneste Tid.

Princippet er i og for sig ganske simpelt. Hvis man som paa Fig. 104 vist paa et lukket Kar fyldt med Vand, som man kan ophede ved Ildstedet F, anbringer et Metalrør T, der kan lede Dampen fra Kjedlen til en hul Metalcylinder C, hvori bevæger sig et lufttæt sluttende Stempel, er det klart, at naar Dampens Spænding i Kjedlen er bleven tilstrækkelig stor, og den ledes gjennem Røret T R til Bunden af Cylinderen, Stemplet af Dampen vil drives tilveirs med en vis Kraft, svarende til Dampens Tryk. Cylinderen er forsynet med en Hane E nedentil og en anden E′ oventil; ligesaa er der, hvor Røret T forgrener sig i R og R′ anbragt en Hane, der er saaledes boret, at den ved en vis Stilling lader Dampen gaa til R og stænger for R′, og omvendt. Hvis man nu, efter at Stemplet er drevet tilveirs, aabner Hanen E og stiller den anden Hane saa, at Dampen gaar til R′, vil Stemplet trykkes ned af den udstrømmende Damp, medens den brugte presses ud ved Cylinderens Bund. Nu aabnes E′, E lukkes, ligesaa R′, medens ny Damp strømmer til R, derved vil atter Stemplet hæves og saa fremdeles. Man kan altsaa paa denne Maade faa istand en op- og nedgaaende Bevægelse af Stemplet, og den Kraft, hvormed denne Bevægelse sker, er afhængig af Spændingen hos den anvendte Damp.

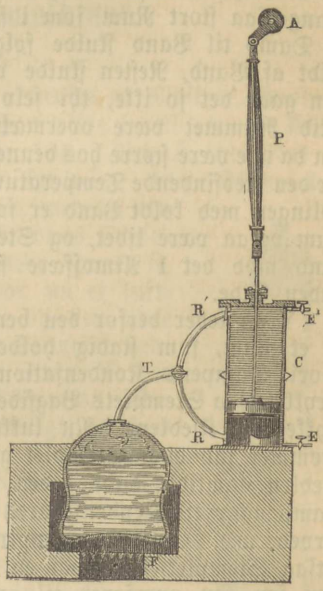

Fig. 104.

Ved Hjælp af en Stang P og en Krumtap ved A kan man da let overføre denne op- og nedgaaende Bevægelse til en roterende, der atter ved Drev eller Remskive kan overføres til andre Axler. Det er en hel Del Maskiner, som blot er indrettet paa denne Maade, naturligvis med en Del specielle Indretninger, hvorved Maskinen selv aabner og lukker for Dampens Til- og Udgang, Vand føres til Kjedlen o. s. v. Det er klart, at hvor, som her antaget, den benyttede Damp slippes ud i den fri Luft, hvor Trykket er omtrent 1 Atmosfære, maa ogsaa Spæn-

dingen hos den forbrugte Damp være mindst 1 Atmosfære og følgelig Dampspændingen i Kjedlen være betydelig høiere for at faa en større Kraft hos Maskinen. Paa Grund heraf kaldes disse Maskiner Høitryksmaskiner.

Man kan imidlertid ogsaa indrette sig paa en anden Maade, hvorved man kan benytte Damp af blot 1 Atmosfæres Spænding. I saa Tilfælde maa man paa den anden Side af Stemplet frembringe et luftfortyndet Rum, hvilket sker derved, at man lader Dampen kondenseres ved Afkjøling, saasnart den er benyttet til at drive Stemplet. Vandet indtager i Dampform et 1700 Gange saa stort Rum som i flydende Form, ved Kondensationen af Damp til Vand skulde følgelig blot $\frac{1}{1700}$ af Rummet blive fyldt af Vand, Resten skulde være aldeles tomt. Ganske saadan gaar det jo ikke, thi selv om der danner sig Vand, vil altid Rummet være overmættet med Vanddamp, men Trykket kan da ikke være større hos denne end dens Maximum af Spændkraft for den stedfindende Temperatur, og da denne paa Grund af Afkjølingen med koldt Vand er forholdsvis lav, saa vil dette Maximum ogsaa være lidet, og Stemplet vil følgelig yde liden Modstand mod det 1 Atmosfære store Tryk, som virker paa dets anden Side.

Man leder derfor den benyttede Damp gjennem et Rør ind til et Rum, som stadig holdes afkjølet med koldt Vand, og hvori Dampens Kondensation saaledes foregaar. Da herved Trykket paa Stemplets Bagside bliver lidet, hæves det af Damptrykket fra Kjedlen. Nu lukkes den øvre Udløbsventil, Damp strømmer ind over Stemplet gjennem det aabne Tilløbsrør fra Kjedlen, samtidig aabnes den indre Udløbsventil, den benyttede Damp gaar til Kondensatoren og fortættes, og Stemplet drives derved ned. Skjønt Damptrykket blot er 1 Atmosfære, faar altsaa Stemplet lige godt en op- og nedgaaende Bevægelse, der som før kan overføres til en roterende. Dette andet Slags Maskiner kaldes Lavtryksmaskiner eller Maskiner med Kondensation.

Man kunde efter det foregaaende dele Dampmaskinerne i Høitryksmaskiner eller Maskiner uden Kondensator og Lavtryksmaskiner eller Maskiner med Kondensator; dette gjøres ogsaa ofte. Her vil vi imidlertid efter deres Anvendelse dele dem i: faste Maskiner, Dampskibsmaskiner, Lokomotiver og Lokomobiler.

Idet i det følgende disse forskjellige Maskiner særskilt beskrives, vil ogsaa deres historiske Udvikling kortelig blive omtalt.

XV.

Faste Dampmaskiner.

Den bekjendte Huyghens udtænkte en Maskine, hvormed han skulde kunne hæve en Last. Han vilde hertil anvende Krudt. Denne Maskine er fremstillet i Fig 105. Ved A indlagdes en liden Krudtladning, som ved sin Explosion drev Stemplet P tilveirs indtil Enden af Cylinderen, medens den heri værende Luft samtidig ved Krudtets Explosion dreves ud igjennem de aabnede Haner S. Derpaa lukkedes Hanerne; der var nu et luftfortyndet Rum inde i Cylinderen, og den ydre Lufts større Tryk skulde da drive Stemplet nedover igjen og saaledes løfte en Vægt M, der over en Trindse var befæstet til Stemplet. Maskinen virkede imidlertid høist daarligt og kom aldrig i Anvendelse.

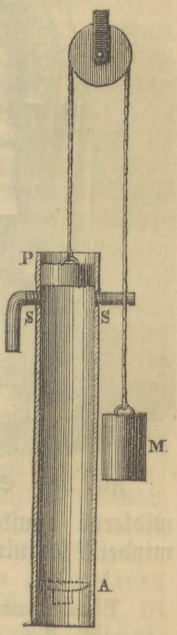

Fig. 105.
Huyghens Maskine.

Franskmanden Salomon de Caus fremstod senere med et af ham opfundet Dampapparat til at hæve Vand til en vis Høide. Det bestod i en hul Metalkugle, hvori han kunde indslippe Vand gjennem en med en Hane forsynet Aabning. Naar Hanen lukkes og Kuglen ophedes, vil der udvikle sig Damp, der samler sig oventil i Kuglen og trykker paa Vandet under; ved nu at lade et Rør gaa næsten helt ned til Bunden af Kuglen, vil Vandet gjennem den drives op i Røret.

Markisen af Worcester konstruerede en lignende Maskine, kun at han anvendte en egen Kjedle til Udviklingen af Damp og ledede denne hen til to Cylindere, som han afvexlende lod fyldes med Vand, der af Dampen trykkedes op gjennem Sugerør, som mundede ud ved Cylinderens Bund.

Ingen af disse Maskiner fortjener imidlertid Navn af Dampmaskiner og følgelig heller ingen af de nævnte Personer

Æren for at have opfundet dem. De har imidlertid en vis Betydning som Forløbere for Opfindelsen, den første derved, at her anvendtes et i en Cylinder tætsluttende Stempel til at optage og overføre Kraften, de to andre ved at anvende Damp som Bevægkraft.

Af ganske anderledes Betydning er Franskmanden Denis Papin i Dampmaskinens Historie. Han fødtes i Blois 1645 og døde omkring Aar 1710. Han var Protestant og maatte ved Tilbagekaldelsen af det Nantiske Edikt i 1685 udvandre som saamange af sine Troesbrødre. Han førte nu et bevæget Liv og opholdt sig snart i England, snart i Italien og i Tydskland. Her blev han Professor i Mathematik i Marburg.

Fig. 106. Statue af Denis Papin.

Blandt hans mange Opfindelser kan nævnes den efter ham opkaldte Papins Gryde, der bestaar af to hule Jerncylindere, hvoraf den ydre er meget stærk. I denne befinder sig Vand, der ved Opheding bringes over i Dampform, i den indre haves Kjød, Ben o. s. v. Oventil er Gryden lukket med et stærkt Laag; der danner sig nu ved Opheding Damp af stort Tryk og høi Temperatur, hvorved Kraften af Fødemidlerne ganske anderledes fuldstændig uddrages end ved almindelig Kogning. Han forsynede ogsaa sin Gryde med en anden vigtig Opfindelse, nemlig Sikkerhedsventilen, se Fig. 107. I et koniſk Hul i Dampkjedlens Væg passer en Ventil v, der er fæstet til en om Punktet p bevægelig Stang; ved dennes anden fri Ende anbringes en Vægt q, der følgelig med en vis Kraft trykker Ventilen til. Man undgaar herved, at Kjedlen

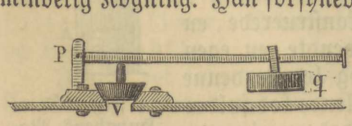

Fig. 107. Sikkerhedsventilen.

sprænges af Damptrykket, idet dette, naar det har naaet en vis Størrelse, der naturligvis maa være mindre end den, hvorved Kjedlen vilde sprænges, løfter Ventilen tilveirs, og Damp undslipper.

Papins Dampmaskine bestod først af en Cylinder med et tætsluttende Stempel, hvortil var fæstet en Stempelstang, der gik ud gjennem den øvre aabne Ende af Cylinderen. Paa Bunden af denne indledede han en Del Vand, der ved at ophedes gik over til Damp; denne løftede da Stemplet; ved Indsprøitning af koldt Vand kondenseredes derpaa Dampen, hvorved Spændingen under atter blev mindre, og Lufttrykket drev da Stemplet nedover igjen. Snart fandt han imidlertid paa at udvikle Dampen i et eget Rum og lede den færdige Damp ind i Cylinderen, hvor den fortættedes som før.

Senere fandt han paa, hvordan man kunde overføre den op- og nedgaaende Bevægelse ved Hjælp af en Krumtap til en omdreiende og konstruerede endog en liden Baad med Skovlehjul, der skulde drives med Damp. I 1707 gik han med denne Baad nedad Fulda; hans Hensigt var saaledes at drage over til England, hvor han haabede at finde større Interesse for sine Forsøg end i Tydskland; men da han kom til Wesern, nægtede Folkene at gaa længere med ham, ja ødelagde endog hans Baad. Den ulykkelige Papin døde nogle Aar efter fattig og forglemt. Han har i sine Skrifter ogsaa omtalt, at det vilde være fordelagtigere at anvende Damp af høiere Tryk, istedetfor at kondensere den, ligesom det ogsaa siges, at han har opfundet den dobbeltvirkende Bevægelse, hvorved Damp afvexlende slippes ind paa hver Side af Stemplet.

I England konstruerede Thomas Savery, der havde faaet Kundskab om Papins Arbeider, i 1698 en Dampmaskine til Pumpning af Vand. Han havde egne Dampkjedler og anvendte to Cylindre uden Stempel; i den ene indlededes Damp, medens denne kondenseredes i den anden og omvendt; ved Kondensationen opstod Tomrum, og Vand fra Beholderen sugedes op gjennem et Rør; dette pressedes derpaa ved Indledningen af Damp tilveirs. Ved den afvexlende Damptilgang og Kondensation snart til den ene, snart til den anden Cylinder opnaaede han en stadig Hævning af Vandet gjennem det fælles Sugerør.

Denne Maskine blev virkelig indført ved fem af Englands Kulgruber til Vandpumpning, men den fordrede flere Folk til at dreie Kranerne om i rette Tid og var ikke ganske tilfredsstillende. Den blev fuldstændig omdannet af Newcomen, hvis Maskine er fremstillet i Fig 108. Denne var i Midten af det 18de Aarh. meget udbredt i England, hvor saaledes en meget kraftig Maskine af denne Art anvendtes til Londons Vandforsyning; det var dog især i Gruberne at man benyttede den.

P er en Cylinder, der oventil lukkes ved det bevægelige, tætsluttende Stempel H. Dette hæves i Veiret af Damp fra Kjedlen A, der er forsynet med en Sikkerhedsventil. Naar Stemplet er naaet til det øverste af Cylinderen, standses Damptilgangen ved Hjælp af en i Tilløbsrøret fra Kjedlen anbragt Ventil, der kan aabnes og lukkes med Haanden. Samtidig rinder der ved Aabning af en paa Røret D anbragt Ventil koldt Vand gjennem dette, hvorved Dampen i Cylinderen kondenseres, og det ydre Lufttryk presser Stemplet ned. Det kondenserede og kolde Vand løber ud af et andet Rør i Cylinderens Bund. Til Stemplet H er der fæstet en Kjæde, der atter er

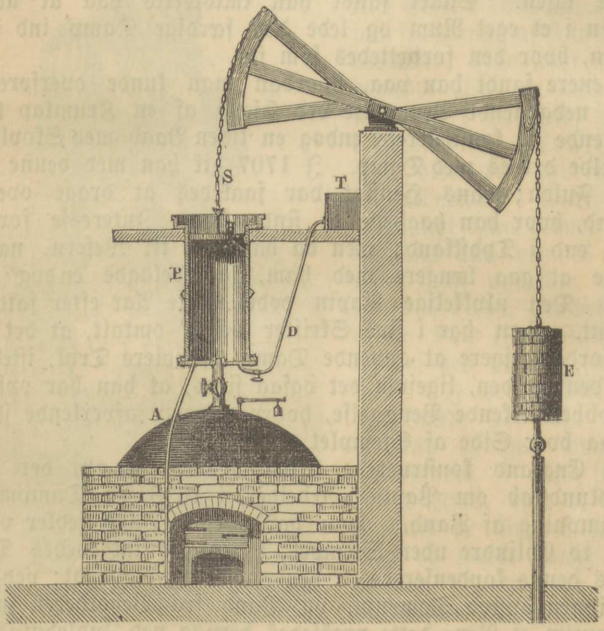

Fig. 108. Newcomens Dampmaskine.

forbundet med en Vægtstang, hvis Endestykker er cirkelformigt skaarne for at holde Kjeden vertikal under Gangen. Til den anden Ende af denne Vægtstang er ved en anden Kjede Pumpestangen fæstet. E er en Modvægt.

Denne Newcomens Maskine fordrede blot en Mand til den regelmæssige Aabning og Lukning af Kranen, hvad imidlertid krævet stor Paapasselighed. En liden Gut ved Navn Humphrey Potter, der var sat til at passe dette ved en Maskine i Cornwallis, fandt Arbeidet lidet interessant, og efter nogen Fundering lykkedes det ham ved Hjælp af Snorer som han befæstede paa Kranerne og Maskinens bevægelige Dele, at lade

denne selv udføre det ensformige Arbeide. Senere forbedredes denne Indretning, hvorved den hele Maskine vandt meget i Hensigtsmæssighed.

Newcomens Maskine benyttedes i England uden synderlige Forbedringer lige til den i den anden Halvdel af det 18de Aarh. blev fortrængt af de af James Watt konstruerede Maskiner, der endnu den Dag idag er i Hovedsagen de samme og kun i mindre og uvæsentlige Ting har undergaaet Forandringer og Forbedringer.

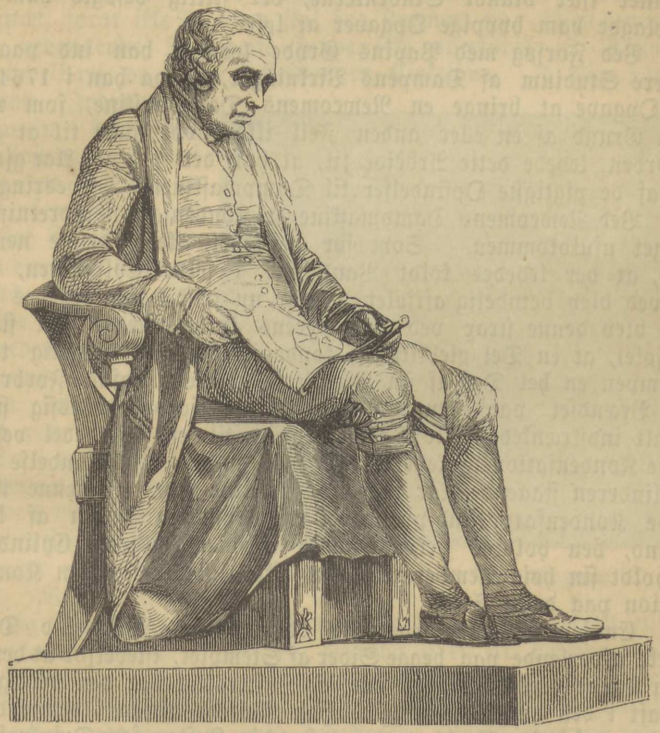

Fig. 109. James Watts Statue i Westminster.

James Watt. Denne utrættelige og lykkelige Mand, der ved en Mangfoldighed af de vigtigste Opfindelser for altid har knyttet sit Navn til Dampmaskinens Historie, ja, som i Sandhed maa kaldes Dampmaskinens Fader og som derved ikke alene aabnede sit eget Land, men den hele Verden nye Rigdomskilder, fødtes 1736 i Greenoch i Skotland, hvor hans Fader var mekanisk Arbeider. Hans Helbred var i Barndommen svag, og han deltog derfor ikke i sine Kameraters støiende Fornøielser,

men sad helst for sig selv, fordybet enten i mathematiske og fysiske Studier eller grundende paa et eller andet mekanisk indrettet Legetøi eller lignende, og han gav sig aldrig, førend han havde forstaaet, hvad han syslede med. 19 Aar gammel kom han i Lære hos en Mekaniker i London, men vendte allerede Aaret efter tilbage til Skotland, hvor han fik Ansættelse som Mekaniker ved Universitetet i Glasgow. Her skaffede hans venlige og fordringsløse Væsen, hans grundige Kundskaber og hans mange vellykkede nye Forsøg paa det mekaniske Omraade ham mange Venner især blandt Studenterne, der flittig besøgte ham og forelagde ham hyppige Opgaver at løse.

Ved Forsøg med Papins Gryde lededes han ind paa et nøiere Studium af Dampens Virkninger, og da han i 1764 fik til Opgave at bringe en Newcomens Dampmaskine, som man paa Grund af en eller anden Feil ikke havde faaet til at gaa, i Orden, ledede dette Arbeide til, at han det følgende Aar gjorde en af de vigtigste Opfindelser til Dampmaskinens Forbedring.

Ved Newcomens Dampmaskine er Kondensationsindretningen meget ufuldkommen. Som før beskrevet, skede denne nemlig ved, at der lededes koldt Vand ind i selve Cylinderen, som derved blev betydelig afkjølet. Naar nu frisk Damp lededes ind, saa blev denne strax ved Cylinderens kolde Vægge saa stærkt afkjølet, at en Del øieblikkelig kondenseredes, og følgelig tabte Dampen en hel Del af sin Virkekraft, ligesom ogsaa Forbruget af Brændsel paa denne Maade blev uforholdsmæssig stort. Watt indskrænkede dette Varmeforbrug til en Fjerdedel ved at lade Kondensationen ske i et eget med et Rør i Forbindelse med Cylinderen staaende Kar istedetfor i denne selv. I denne isolerede Kondensator indsprøitedes en uophørlig Strøm af koldt Vand, den holdtes derved stadig afkjølet, medens Cylinderen beholdt sin høie Temperatur, der ikke tilstedede nogen Kondensation paa dette Sted.

En senere Hovedforbedring var den, at Watt lod Damp virke afvexlende paa begge Sider af Stemplet, istedetfor at den før kun havde virket paa den ene, og Lufttrykket var den bevægende Kraft i den anden Retning. Han sløifede altsaa i denne *dobbeltvirkende Cylinder* fuldstændig Luften som Drivkraft og benyttede blot Damp.

Da Watt selv var blottet for Midler til at faa istand større Maskiner, der kunde praktisk overtyde om deres Godhed, forbandt han sig med den rige Roebuck; men denne Forbindelse varede ikke mange Aar, og han var en Tid igjen ude af Stand til at arbeide videre med sine Maskiner, indtil han 1774 kom i Kompani med *Mathiew Bolton*, der eiede en stor Maskinfabrik i Soho ved Birmingham. Watts Opfindelser var patenterede, og disse to forfærdigede i lang Tid alle de Damp-

maskiner, som nu i Mængde spredtes over Verden. Det var ogsaa i dette Aar, at han opfandt den dobbeltvirkende Cylinder, som nys er omtalt.

Af andre Forbedringer, som Watt udførte, skal vi her blot antyde en Del, da vi ellers vilde ledes altfor dybt ind i Detailler.

1. Watts Paralellogram har til Hensigt at styre Stempelstangens Bevægelse, saaledes at denne altid bliver vertikal. Dette er nødvendigt, da Stangen nemlig gaar gjennem et Hul i Cylinderens øvre Laag og her maa kunne glide aldeles lufttæt, forat ikke Dampen skal faa strømme ud. Men denne op- og nedgaaende Bevægelse kunde ikke overføres til Ballancen umiddelbart, da denne beskriver en Cirkelbue. I Fig. 110 er denne Indretnings Princip fremstillet. Ballancen, hvoraf den ene Halvdel er repræsenteret ved AB dreier sig op og ned om Axen A, hvorved dens Ende vil beskrive Cirkelbuen x y, medens derimod Stempelstangen S maa bevæge sig i den rette Linie a a'. aBcd er Paralellogrammet, der dannes af de 3 over sine Ender dreielige Staalstænger aB, cd og da. Ved en fjerde Stang Cd, der er dreielig saavel om d som om det til enf ast Maskindel fæstede C, tvinges Punktet d til at bevæge sig i en Cirkelbue r v. Naar nu Stempelstangens Ende a har naaet op til a' saa ligger Ballancens Midtlinie ved b' A, og Paralellogrammet indtager den med punkterede Linier angivne Stilling a' b' c' d'. Medens de paa Ballancen siddende Omdreiningsaxer B og c har beskrevet en Cirkellinie, har derimod Punktet a gaaet i en lige Linie.

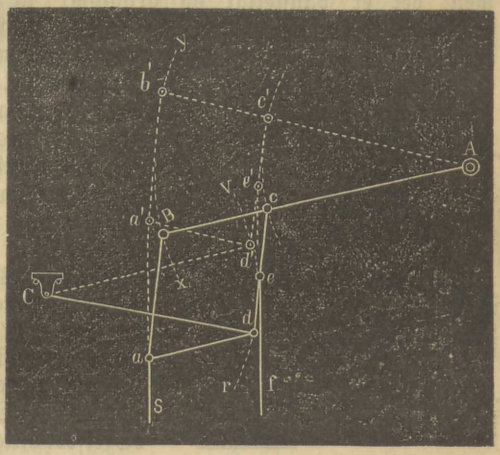

Fig. 110. Watts Paralellogram.

Hvis man til et Punkt e af Stangen cd fæster en anden Stang bevægelig om Befæstelsespunktet f. Ex. Luftpumpens Stang f, saa vil denne ogsaa omtrent bevæge sig i en ret Linie.

2. Svinghjulet. Watt overførte Stemplets op- og nedgaaende Bevægelse ved Hjælp af en Ballance og en Krumtap til en omdreiende. Gangen blev dog derved ikke ganske jevn.

Naar Stemplet er kommen til sin høieste eller laveste Stilling, skal det gaa over fra en Bevægelse til en anden, og under denne Overgang arbeider Maskinen ikke. Der vil altsaa i disse to Tilfælde, ved de saakaldte Dødpunkter, opstaa en langsommere Omdreining, hvorved Gangen bliver ujevn. Dette ophævede Watt ved at feste til Drivaxen et tungt Svinghjul, som, naar det engang er sat i Bevægelse, ved sin store Træghed bringer Maskinen over Dødpunkterne, og Gangen saaledes bliver aldeles jevn.

3. Centrifugalregulatoren. En anden Uregelmæssighed opkom ved den ved Forbrændingens Ujevnhed opstaaede Forskjel i Dampudviklingen i Kjedlen, hvorfor følgelig snart mere snart mindre Damp trængte ind i Cylinderen. Dette kan afhjælpes ved at dreie paa den i Tilløbsrøret anbragte Ventil; men det er vanskeligt og brydsomt at passe dette. Watt anvendte derfor den i Fig. 111 afbildede saakaldte Centrifugalregulator, der selv regulerer Ventilaabningen. Stangen A B staar vertikal og faar ved en Tandhjulsomsætning af Drivaxlen en roterende Bevægelse. Til dens øverste Del B er fæstet to Pendler P og P′ (Metalstænger med en tung Kugle i den nedre Ende) saaledes, at de kan bevæge sig lidt ved Ophængningspunkterne. Bevægeligt forbundne med Pendelstængerne ved E og E′ er to Stænger, som atter er fæstede til en Hylse C, der kan glide op og ned om Stangen A B. Naar Drivaxlens Bevægelseshastighed tiltager, tiltager denne ogsaa hos Axen A B og Pendlerne; disse vil da ved den forøgede Centrifugalkraft slynges ud til Siderne og trække derved Hylsen C i Veiret. Nu er denne Hylse ved Vægtarmen D forbundet med Ventilen i Damprøret, saaat Ventilaabningen bliver lidt mindre, naar Hylsen hæves. Mindre Damp træder altsaa, strax Maskinens Hastighed øges over det almindelige, ind til Stemplet, Bevægelsen bliver lidt efter lidt langsommere, samtidig falder Kuglerne atter lidt sammen, Ventilaabningen forøges, og mere Damp kan paany træde ind. Paa denne Maade holdes altsaa Maskinens Gang uafhængig af Dampdannelsens Uregelmæssigheder.

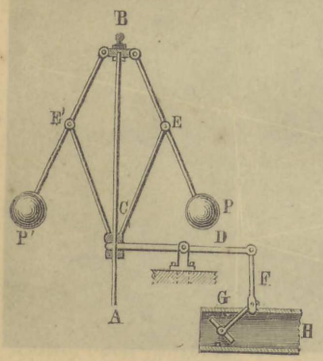

Fig. 111. Watts Centrifugalregulator.

Ved disse og mange andre Opfindelser og Forbedringer ved de enkelte Dele af Dampmaskinen lykkedes det Watt næsten indtil de mindste Dele at skabe den moderne Dampmaskine. Hans Maskine udbredte sig strax til Europas øvrige Lande og var

allerede i de første Aar af vort Aarhundrede i Gang næsten overalt i Europa og Amerika.

Watt trak sig i den sidste Del af sit Liv tilbage fra Foretningerne og levede stille og roligt paa sine Eiendomme nær Birmingham, hvor han døde 1819. Blandt andre Opfindelser, der skyldes ham, kan nævnes: Blegning ved Klor, Opvarmelsen af større Rum ved Hjælp af Damp og Kopipressen.

Høitryksmaskiner. Ved Watts Maskine eller Lavtryksmaskinen sker Dampens Dannelse ved en kun lidt høiere Temperatur end 100° C, og følgelig er Dampens Spænding kun ubetydelig større end 1 Atmosfære; da imidlertid Trykket i Kondensatoren og følgelig i den dermed i Forbindelse staaende Del af Cylinderen ikke overstiger 0,3 Atmosfærer, er Trykforskjellen og følgelig den bevægende Kraft alligevel temmelig stor. Men der fordres her en egen Kondensatorindretning, der gjør Mekanismen noget kompliceret, og en Mængde Kondensations-Vand, der ikke er saa let paa alle Steder at skaffe. I mange Tilfælde er derfor Høitryksmaskinen, der ingen Kondensator anvender, men slipper den brugte Damp ud i Luften, at foretrække, ja undertiden ubetinget nødvendig.

Den første saadanne Maskine konstrueredes omtrent samtidig i England af Trevithik og i Amerika af Oliver Evans.

Beskrivelse af de faste Dampmaskiner. Efter i det foregaaende kortelig at have omtalt den historiske Gang i Dampmaskinens Udvikling og beskrevet enkelte af dens Hoveddele, vil vi nu tage for os nogle af de andre vigtigste Maskindele og endelig vise, hvordan alt er anordnet og samvirker.

Først maa vi da beskrive Cylinderen med Stempel og Dampfordelingsindretning. Ved de nu brugelige dobbeltvirkende Cylindre maa denne være til at lukke i begge Ender. Man forsyner den derfor oventil med et Laag, L, se Fig. 112 I. I dette er der et Hul for Stempelstangen S', og for at faa denne til at slutte lufttæt, forsynes Laaget omkring Hullet med en Pakning. Denne bestaar af Hamp eller Drev, som pakkes tæt nedi en Fordybning i Laaget, hvorpaa nedi denne over Drevet skrues Stykket P, hvorved man kan presse det saa tæt, man vil. Selve Stempelstangen er glatpoleret og Friktionen bliver derfor ikke stor. Cylinderen selv er indvendig afdreiet og fint afpudset.

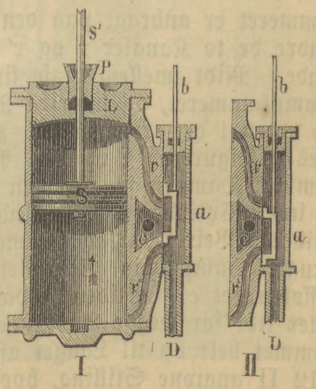

Fig. 112. Dampcylinder.

Stemplet S maa slutte aldeles nøie til Cylindervæggen, dette sker ogsaa her ved en Pakning, der undertiden bestaar af Hamp, men nu somoftest af Ringe af Støbejern eller Messing. Man inddreier da i Cylinderens Sideflade saamange Indsnit, som man vil have Pakningsfjære, paa Figuren de to mørkere Ringe; derpaa støbes Ringene saaledes, at de faar lidt større Diameter end Cylinderens Indre, hvorpaa de afskjæres saa, at de, naar Enderne klemmes indtil hinanden, nøiagtig faar Cylinderens Gjennemsnit. De lægges da ind i de gjorte Snit i Stemplet og vil paa Grund af sin Elasticitet spænde mod Cylindervæggen og saaledes gjøre Stemplet tæt.

Dampfordelingen sker nu ved den af Murray 1799 opfundne saakaldte Slide (a, Fig. 112, I), der gjennem Slidestangen b sættes i Bevægelse op og ned af en Excenterskive. Sliden, hvis Gjennemsnit sees i Figuren, er anbragt inde i en lufttæt Kasse, det saakaldte Dampkammer eller Slidehus, den pressés ind mod Glidefladen ved Hjælp af en Staalfjær. Damp-

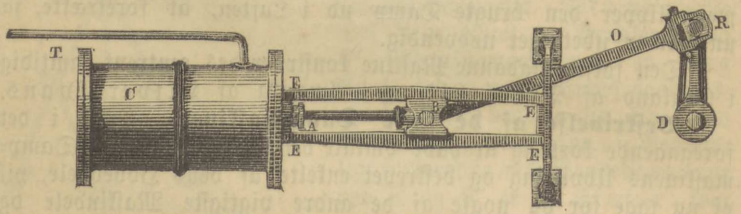

Fig. 113.

kammeret er anbragt paa den ene Side af Cylinderen, til hvis Indre de to Kanaler r og r′ fører og udmunder ved hver sin Ende. Midt imellem disse findes en Fordybning, der gaar fra Dampkammeret, og hvorfra Røret c fører den forbrugte Damp ud enten i det fri eller til Kondensatoren. Slidens Virkning sees af Figurerne I og II. Naar Stillingen er som i den første, kommer Dampen fra Kjedlen gjennem Røret D og gaar gjennem r′ ind i Cylinderen paa Undersiden af Stemplet, som derved drives i Veiret. Paa samme Tid har Sliden aabnet den forbrugte Damp paa Stemplets Overside Udgang gjennem r til Afløbsrøret c. Sliden bevæger sig nu tilbage og lukker lidt efter lidt for begge Aabninger, indtil den, naar Stemplet er kommet helt op til Laaget af Cylinderen indtager den paa Fig. 112 II angivne Stilling, hvorved Dampen gaar den anden Vei, fra Kjedlen ind gjennem r til Stemplets Overside, og fra Cylinderens nedre Del ud gjennem r′ til c. Naturligvis maa i Laaget for Slidehuset være en lignende Pakning om Slidestangen som ved Cylinderen omtalt.

Høitryksmaskinen, der er den simpleste, bestaar blot af faa og lidet komplicerede Dele. Istedet for at stille Cylinderen vertikalt, ligger den meget ofte horizontalt, saaledes som vist i Fig 113. Her er ogsaa fremstillet en egen Føringsind-

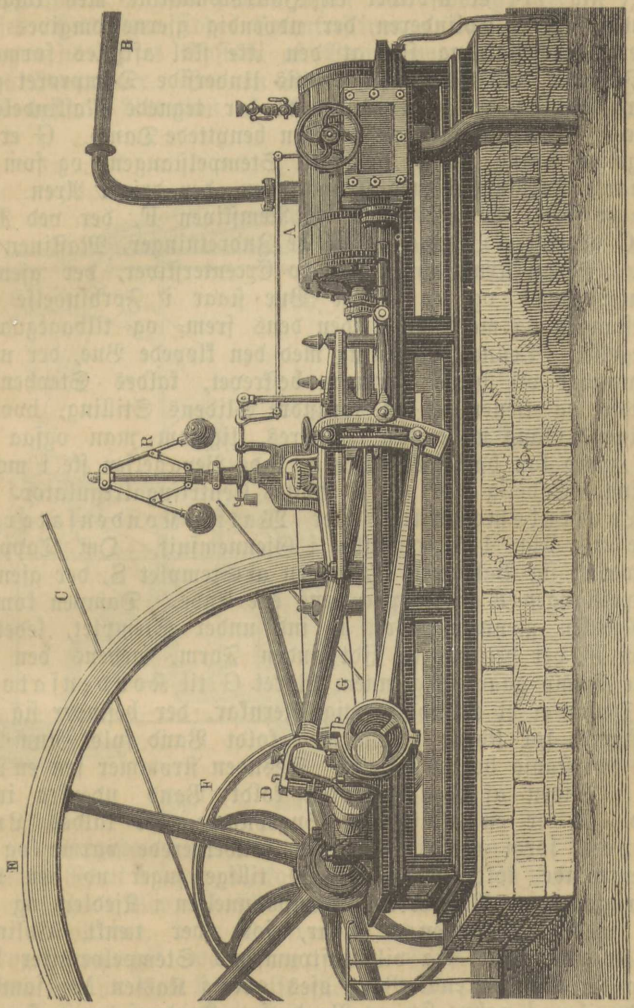

Fig. 114. Høitryksmaskine med liggende Cylinder.

retning for at overføre Stempelstangens frem- og tilbagegaaende Bevægelse til en roterende. Stempelstangen A er fæstet til Stykket B, der glider frem og tilbage mellem Stængerne E E. Til en Tap i Glidestykket B er fæstet Stangen O, der ved

Hjælp af Krumtappen RD sætter Drivaxen D i Omdreining. C er Cylinderen seet udvendig fra, og T er Afløbsrøret for den forbrugte Damp. Slidehuset ligger paa Bagsiden af Cylinderen og sees derfor ikke.

I Fig 114 er afbildet en Høitryksmaskine med liggende Cylinder. A er Cylinderen, der udvendig gjerne omgives med en sletledende Pakning for at den ikke skal afkjøles formeget, paa Forsiden sees Slidehuset, i hvis Underside Damprøret gaar ind fra Kjedlen, der ligger under de her tegnede Maskindele og ikke sees. B er Afløbsrøret for den benyttede Damp. G er den bevægelige Stang, der er fæstet til Stempelstangen, og som ved D staar i Forbindelse med Krumtappen, der driver Axen. Til denne er fæstet Svinghjulet E og Remskiven F, der ved Remmen C overfører Bevægelsen til de Indretninger, Maskinen skal drive. Foran Krumtappen sees to Excenterskiver, der gjennem Excenterstænger og en kløvet Bue staar i Forbindelse med Slidestangen og meddeler Sliden dens frem- og tilbagegaaende Bevægelse. Denne Indretning med den kløvede Bue, der under Lokomotivet vil blive nærmere beskrevet, kaldes Stephensons Coulisse og tjener til at forandre Slidens Stilling, hvorved Maskinens Gang noget kan reguleres, ligesom man ogsaa ved dens Hjælp kan bakke Maskinen d: lade Bevægelsen ske i modsat Retning. Endelig sees ved R Watts Centrifugalregulator.

Lavtryksmaskinen eller Watts Kondensatormaskine er i Fig. 115 fremstillet i Gjennemsnit. Om Tapperne A bevæger sig Ballancen B, dreven af Stemplet S, der gjennem Stempelstangen E virker paa dens ene Ende. Dampen kommer fra Kjedlen gjennem Røret D ind under Stemplet, ledet af Sliden F, der her har en lidt anden Form, medens den forbrugte Damp gaar ud gjennem Røret G til Kondensatoren K. Denne er et cylinderformigt Jernkar, der befinder sig inde i et større, for største Delen med koldt Vand fyldt Rum HI, saaat den stadig holdes afkjølet. Desuden strømmer fra en Aabning i Siden af Kondensatoren koldt Vand udenfra ind i denne. L er en almindelig Sugepumpe, der kaldes Luftpumpen, fordi den foruden det kondenserede varme og det kondenserende kolde Vand fra K tillige suger ud den Luft, der frigjøres fra Vandet ved Dampdannelsen i Kjedlen og som rives med af Dampen. Naar, som her tænkt, Cylinderstemplet gaar opad, saa vil Luftpumpens Stempelventiler lukke sig og det over værende Vand øses over i Kassen M; samtidig vil Ventilen d aabne sig og Vand fra Kondensatoren strømme til L. Gaar derimod Cylinderstemplet ned, saa vil det samme være Tilfældet med Luftpumpens, dets Ventiler aabne sig, medens d lukkes, og Vandet i L trænger gjennem de aabnede Ventiler op over Stemplet. Fra M gaar Vandet gjennem Røret N

og Ventilen e hen til Trykpumpen O, der kaldes Fødepumpe, fordi den gjennem Ventilen f og Røret P presser en Del af Vandet ind i Kjedlen.

De øvrige Apparater kjendes fra før. Stangen Q driver Krumtappen U, som sætter Axen med Svinghjulet X i Bevægelse. Paa Axen sidder Excenterskiven g, der gjennem Excenterstangen h og et System af Vægtstænger k meddeler Sliden dens Bevægelser. Ved en Rem m sættes de to koniske Tandhjul ogsaa i Rotation af Axen; herved drives Regulatoren R,

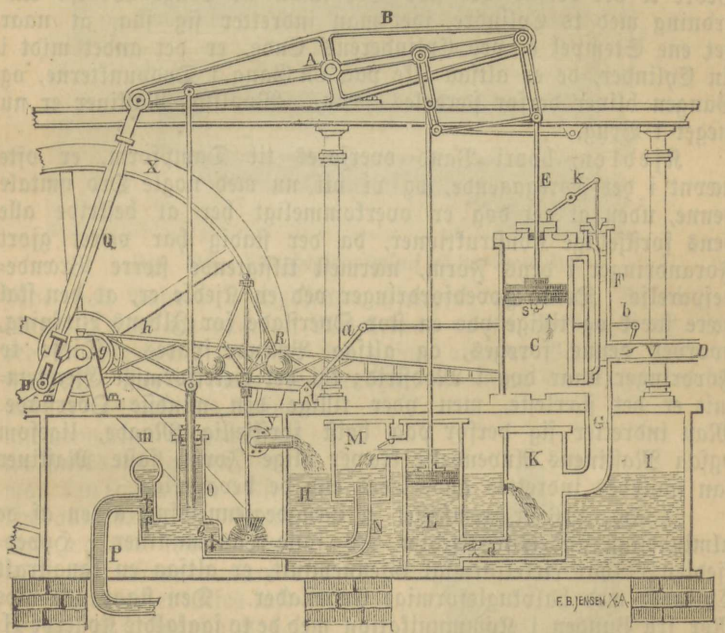

Fig. 115. Watts Lavtryksmaskine.

der ved Vægtstængerne a b virker paa Ventilen V i Damprøret. Gjennem Røret Y faar „det kolde Vands Kasse" sin Vandforsyning.

Arthur Woolf fik i 1804 Patent paa en egen Maskine med to Cylindre, hvor Dampen virkede med høit Tryk i den ene og derpaa gik over i den anden Cylinder, hvor den blot virkede ved sin egen Udvidelse eller Expansion, inden Dampen atter herfra gaar ind i Kondensatoren. En saadan Maskine kaldes ogsaa kombineret Høi- og Lavtryksmaskine. At lade Dampen virke med Expansion var dog allerede flere Aar før foreslaaet af Hornblower, og dette bruges nu i alle Lavtryksmaskiner, enten man har en eller 2 Cylindre. Haves blot

én, gjøres Slidens Sideklapper saa store, at den stænger for Damptilløbet, inden endnu Stemplet er naaet til sin yderste Stilling i Cylinderen; den saaledes afspærrede Damp virker da et Øieblik blot ved sin Udvidelseskraft. Man sparer paa denne Maade en hel Del Damp, idet dennes Kraft bedre udnyttes, og følgelig spares ogsaa Brænde.

Man kan imidlertid ikke med blot én Cylinder anvende stor Expansion, baade fordi Cylinderen da blev meget stor, og fordi Maskinens Gang blev i høiere Grad uregelmæssig. Bedre er det derfor ved stor Expansion at bruge Woolfs Anordning med to Cylindre, idet man indretter sig saa, at naar det ene Stempel er ved Cylinderens Ende, er det andet midt i sin Cylinder, de er altsaa ikke paa én Gang i Dødpunkterne, og Gangen bliver derfor særdeles jævn. Woolffske Maskiner er nu meget i Brug.

Kjedlen, hvori Vand overføres til Dampform, er ofte nævnt i det Foregaaende, og vi vil nu med nogle Ord omtale denne, uden at det dog er overkommeligt her at beskrive alle dens forskjellige Konstruktioner, da der stadig har været gjort Forandringer i dens Form, nærmest tilsigtende større Brændebesparelse. De to Hovedfordringer ved en Kjedle er, at den skal være stærk og tillige yde en stor Overflade for Ildens Virkning, hvorved denne forøges, og altsaa Brænde spares. Disse to Fordringer staar dog i Modstrid; thi det cirkelformige Gjennemsnit er det stærkeste, men yder tillige den mindste Overflade. Man indretter sig derfor paa høist forskjellig Maade, ligesom ogsaa Maskinens Anvendelse kræver ulige Form, faste Maskiner kan saaledes indrettes anderledes end de bevægelige.

I Fig. 116 er fremstillet et Længdegjennemsnit af en af de almindeligst anvendte Kjedler ved faste Landmaskiner. Hovedkjedlen G har cirkelformigt Gjennemsnit, er altsaa en langstrakt Cylinder med halvkugleformige Endeflader. Den staar ved vide Rør fra Bunden i Kommunikation med de to saakaldte Kogerør H, der ligger under G. Alle disse Dele af Kjedlen, ligesom overhovedet alle Kjedler dannes ved Sammenklinkning af Smedejernsplader. Ildstedet med Rist og Askefald er anbragt under Kogerørene, saaat Flammen maa umiddelbart træffe disse, medens den først senere spiller op om Kjedlen. Skorstenen befinder sig ved Kjedlens anden Ende.

Af de forskjellige Indretninger, som sees ovenpaa Kjedlen er A Føderøret, hvorigjennem Fødepumpen indbringer Vand i Kjedlen, C er Damprøret, hvorigjennem Dampen ledes til Cylinderen, D er en Damppibe, S er den før beskrevne Sikkerhedsventil, B er et Vandstandsrør, et tykt Glasrør, der gjennem Metalrør staar i Forbindelse med Kjedlen nær dens Bund og Overflade; i dette Glasrør vil da løbe Vand fra Kjedlen, og

Overfladen i denne og i Røret vil stille sig lige høit, saaat man altsaa stadig kan holde Øie med Niveauet inde i Kjedlen. I samme Hensigt er Flyderen F anbragt. Denne bestaar af et hult Metalstykke, der oftest har Form af en Kugle, og som kan

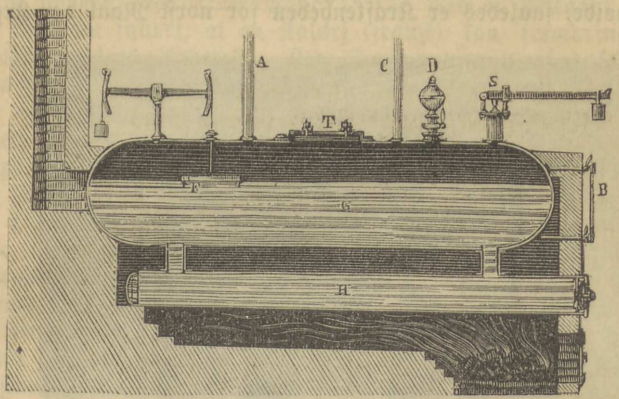

Fig. 116. Længdegjennemsnit af en Dampkjedle.

flyde paa Vandet i Kjedlen. Gjennem en trang Aabning i dennes Overflade gaar en Metaltraad op til en Vægtstang, der ved sin Bevægelse op eller ned ogsaa angiver Vandets Høide i Kjedlen. T er det saakaldte Mandhul, en aflang Aabning netop saa stor, at en Mand kan komme igjennem den. Der maa altid findes en saadan, forat man kan komme ind i Kjedlen baade under dens Smidning og ved senere Renselse eller Reparationer.

Mandhullet lukkes lufttæt med et forsvarligt Laag.

I Fig. 117 er fremstillet Tversnit af Kjedlen med Kogerørene B, Ildstedet G og den kugleformede Flyder. De samme Dele sees tildels ogsaa over Murværket paa Fig. 118, der viser det ydre Udseende af en Dampmaskines Ildsted med den indmurede Kjedel og Kogerør; man ser her ligeledes det før beskrevne Manometer, hvorved Trykket inde i Kjedlen giver sig tilkjende og kan aflæses.

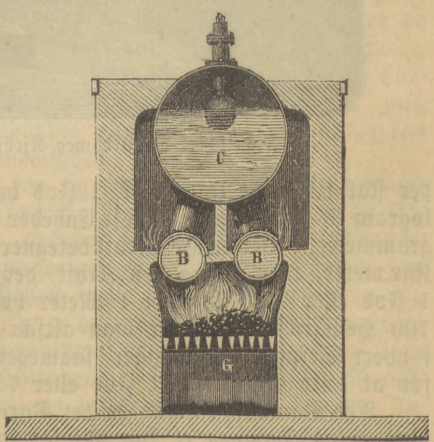

Fig. 117. Tversnit af en Dampkjedle.

Dampmaskinernes Arbeide angives ligesom andre Maskiners i Hestekræfter, man siger, at en Maskine virker med saa og saa mange Hestekræfter. Man benytter som Enhed for Kræfter den Kraft, der skal til for at løfte en vis Vægt til en bestemt Høide, saaledes er Kraftenheden for norsk Maal den Kraft,

Fig. 118. Ildsted med Kjedel seet udvendig.

der skal til forat løfte 1 ℔ 1 Fod høit, for fransk Maal 1 Kilogram 1 Meter høit. Disse Enheder benævnes Fodpund og Kilogrammeter. Ved en Hestekraft betegner man nu 480 Fod℔ eller 75 Kgr.meter, eller altsaa den Kraft, der skal til for at løfte 480 ℔ 1 Fod eller 75 Kilogram 1 Meter høit. Med en Maskine paa 100 Hestekræfter forstaar man altsaa efter dette en Maskine, der i hvert Sekund frembringer saamegen Kraft, som der skal til for at løfte 48,000 ℔ 1 Fod eller 7500 Kilogram 1 Meter.

Ved Dampmaskinerne er det Varmen, som udretter Arbeidet, Vandet og Dampen er kun Midler for at forvandle Varmen til Arbeide; det er altsaa Kullenes Forbrænding, som frembringer dette. Imidlertid kan man ikke overføre al den ved Forbrændingen frembragte Varme til Arbeide, den allerstørste Del deraf gaar abt, og vi vil nu se lidt nøiere paa disse Tab og Aarsagen dertil.

Ved en Kalori eller Varmeenhed forstaaes den Mængde Varme, der skal til for at opvarme en Vægtenhed Vand 1° C, hvilken Varmemængde altid er den samme. Anvendes fransk Maal, saa er altsaa 1 Kalori den Varmemængde, der skal til for at ophede 1 Kilogram Vand 1° C. Ved en Mængde Forsøg har man nu fundet, at en Kalori (fransk) kan frembringe 424 Kilogrammeters Arbeide. Ved Forbrændingen af 1 Kilogram gode Stenkul, skulde man nu kunne udvikle omtrent 8000 Kalorier og saaledes faa udført et Arbeide af 3,392,000 Kilogrammeter. Selv ved de bedste Ildsteder opnaar man imidlertid neppe stort over Halvdelen af denne theoretiske Varmemængde.

Men der er ogsaa en hel Del andre Tab. En stor Del af den i Ildstedet udviklede Varme kommer ikke selve Kjedlen tilgode, meget gaar tabt ved Udstraalning og til Opvarmningen af Murvæggene. Videre bindes, som før omtalt, en stor Mængde Varme, idet Vandet gaar over til Damp, og denne Varme kan ikke omgjøres til Arbeide, ligeledes tabes den Varme, som Dampen endnu besidder, idet den træder ind i Kondensatoren eller ud af Maskinen, og endelig gaar en Del Varme tabt ved at afgives til Kjedlen, Rørene og Cylinderen, der stadig straaler Varme ud og erstatter denne fra Dampens. Hertil kommer ogsaa de Tab af Arbeide, som finder Sted ved alle Maskiner ved Friktion o. s. v. I Virkeligheden erholder man af alle disse Grunde selv ved de bedste Dampmaskiner ikke $\frac{1}{10}$ af den ovenfor nævnte Kraft.

Et af de større Tab her er den ved Dampdannelsen bundne Varmemængde; man har derfor forsøgt at anvende andre Stoffe end Vand til at overføre Varmen til Arbeide. Man kunde da enten anvende en anden Vædske, hvis bundne Varme var mindre, eller ogsaa en Gasart, hvorved man undgik hele dette Tab. Man har saaledes forsøgt at bruge Æther og Kloroform, men deres Ildsfarlighed og Kostbarhed gjør, at der vel aldrig kan blive Tale om disses Anvendelighed i Praxis.

Større Sandsynlighed for sig har derimod de i de senere Aar konstruerede Varmluftsmaskiner (Gasmaskiner og Kalorikmaskiner), der benytter ophedet Luft istedetfor Vanddamp; dens øgede Spænding ved Opvarmningen benyttes da aldeles som Vanddampens. Hovedforskjellen mellem Gasmaskinerne og Kalorikmaskinerne bestaar deri, at i de første sker Ophedningen inde i selve Cylinderen ved Forbrænding af en Gasblanding, i de sidste sker Ophedningen udenfor Cylinderen paa vanlig Vis. Franskmanden Lenoir har konstrueret brugbare Gasmaskiner, og Kalorikmaskinen skriver sig fra den bekjendte Svensker John Ericson, der i mange Retninger har konstrueret en hel Del nye Maskiner. Han begyndte i England med en saakaldt Ildmaskine, hvori han benyttede selve Luen fra Ildstedet som Drivkraft og anvendte denne i 1829 paa et Lokomotiv. Samme Aar opfandt

han Dampsprøiten og i 1833 Varmluftsmaskinen. Videre var han med blandt dem, der søgte at gjøre Skruen praktisk anvendelig ved Dampskibe istedetfor de hidtil benyttede Skovlhjul. Han drog nu over til Amerika, hvor han under den amerikanske Borgerkrig konstruerede den første Monitor, ligesom mange andre Krigsmaskiner skyldes ham.

Gasmaskinen viste sig lidet fordelagtigere end Dampmaskinen, hvad Varmens Udnyttelse betræffer, og skjønt Kalorikmaskinen vistnok var mere brændebesparende, har dog ikke nogen af dem, endnu i alle Fald, faaet synderlig Anvendelse, da de lider af andre slemme Ulemper. Det synes, som om de under alle Omstændigheder kun vil blive anvendte ved mindre Maskiner, hvor der ikke udkræves stor Kraft.

XVI.

Skibsmaskiner og Dampskibe.

Et Skib, der ved sin skinnende hvide Seilklædning i skummende Fart kløver Søen, er et stolt Skue, den lette Snekke, der som en hvidvinget Maage dukker op og ned mellem Bølgerne, er et yndigt Syn; men naar Stille raader, eller Modvind møder, ligger de dorske med slappe Seil, eller kjæmper de haardt med liden Vinding. Vind og Veir er en lunefuld Magt, der ofte bryder Tjenerstillingen og griber Herskervældet. Aarernes Nytte er indskrænket til de smaa Baade, thi det er ikke ved sin fysiske Kraft, at Mennesket hersker i Naturen; om hele Jordens Millioner arbeidsføre Mænd tog fat med al sin Kraft, formaaede de ikke at udrette mere, end hvad nu $^1/_3$ af Verdens Dampmaskiner gjør, og dobbelt saameget som alene Niagaras Vandfald kunde.

Derfor har man ogsaa fra de ældste Tider spekuleret paa at udfinde en Drivkraft, som kunde anbringes paa selve Skibet, uberoende af ydre Forhold. Allerede i Romernes Tid anvendte man Heste eller Oxer, der ved sin Gang satte en Axe med Skovlehjul i Bevægelse; paa denne Maade blev den romerske Hær i 204 ført over til Sicilien. Men det var en mekanisk Kraft, man forgjæves speidede efter, indtil man i Midten af forrige Aarhundrede fandt en saadan i Dampen.

Strax kastede en Mængde forskjellige Personer sig over denne for at erobre den for det saalænge eftertragtede Maal; men da endnu Kjendskabet til dens Virkemaade var ringe ligesom i det hele Indsigten i Mekanik, saa blev Forsøgene med at drive Skibe ved Damp i lang Tid endnu frugtesløse, saaat først i dette Aarhundrede Opgaven kunde siges at være bleven løst.

Spanieren Blasco de Garay skal allerede i 1543 have fremvist for Karl V en Baad, der bevægedes med kogende Vand. Men Beretningen om denne Baads Indretning er høist mangelfuld, og den forblev uden Følger. Først halvandet Aarhundrede senere optraadte Papin 1707 med sin før omtalte Dampbaad. Havde han fundet Paaskjønnelse og Interesse hos sin Samtid, vilde muligens Dampskibets Virkeliggjørelse været ad-

skilligt ældre, end Tilfældet nu blev. Men hans Baad blev ødelagt, hans Opfindelser foragtet og tildels forglemt, og hans eget Mod og Virkekraft brudt. Han brugte en Cylinder med Stempel og Skovlhjul, ja det synes endog, som om han har anvendt Krumtap til Forandringen af den retliniede Bevægelse til en roterende, i al Fald har han skriftlig angivet en saadan Methode. Men, som sagt, det meste af hans Forslag sank atter i Forglemmelse, og Jonathan Hulls, der i 1736 foreslog og fik Patent paa at drive Baade ved Hjælp af Newcomens Maskine, ansaas som den egentlige Opfinder af Dampskibe, skjønt hans Forslag ingen Understøttelse fik hos det engelske Admiralitet og derfor ikke kom til Virkeliggjørelse.

Da imidlertid Watt fremtraadte med sin endnu fuldkomnere Maskine i 1770, begyndte man atter flere Steder at forsøge denne anvendt i Skibe. Saaledes fik Markis Jouffroy 1776 en liden Dampbaad færdig, hvormed han foretog Prøver paa Floden Doubs. Han benyttede ikke Hjul, men fire Svømmefødder, der var delte og forsynede med Hængsler, saat de klappedes sammen, naar de bevægedes forover, og udfoldede sig, naar de dreves bagover, og herved virkede omtrent som Aarer. De førtes bagover af Stempelstangen og fremover af en Modvægt. Men man opnaaede kun liden Hastighed; blev denne større, eller gik man mod stærk Strøm, vilde Arebladene ikke udfolde sig paa Grund af Vandets store Tryk.

Han opgav derfor disse Aarer og anbragte Skovlhjul istedet og to Cylindre for at skaffe en uafbrudt Bevægelse, der meddeltes Axen ved Hjælp af en Kjæde. Et saadant Skib blev prøvet ved Lyon 1783; det gik baade med og mod Strømmen, men opnaaede ikke nogen bethydelig Hastighed. Jouffroy og hans Medinteressenter søgte Privilegium for 30 Aar paa Dampskibsfarten paa Soanefloden, men dette indvilgedes ikke, og Regjeringens Betingelser for saadan Fart paa Seinen var saa haard, at man atter opgav Forsøgene.

I Skotland fremtraadte Miller, Taylor og Symington 1789 med en Dampbaad, men Forsøgene mislykkedes. I 1784 konstruerede Amerikanerne Fitch og Rumsey hver sin Dampbaad, hvori de anvendte den netop af Watt opfundne dobbeltvirkende Cylinder. Fitch anvendte som Jouffroy omtrent Aarer, og Baaden, der havde Franklin og Washington ombord ved sin Prøvefart, gik saa godt, at man besluttede at bygge store Skibe efter dette Mønster, men dette gik paa Grund af de ufuldkomne mekaniske Værksteder ikke uden store Vanskeligheder; Interessen tabte sig, og efter først forgjæves at have gaaet til Frankrig for at faa sin Ide gjennemført, søgte Fitch i sin Fortvivlelse Døden i Bølgerne. Rumsey anvendte et ganske andet Princip, nemlig det hydrauliske, idet han ved Hjælp af en Pumpe sugede

Vand ind over Forstavnen og igjen pressede det ud fra Bagstavnen; Aabningen i Røret lukkedes med Ventiler. Han gik til England med sin Opfindelse, men døde, inden hans Skib 1793 blev prøvet. Det gik ganske godt, men langsomt. I den seneste Tid er hans Ide bleven gjenoptagen og med ikke lidet Held i de saakaldte Reaktionsdampere. Symington konstruerede atter i 1802 et nyt Dampskib, „Charlotte Dundas", med et Skovlhjul, der ved to Krumtapper dreves af to dobbeltvirkende Cylindre; det var bestemt til Bugserdamper, men man modsatte sig dets Gang, og Forsøget blev til intet.

Robert Fulton, en amerikansk Ingeniør, tilkommer Æren

Fig. 119. Robert Fulton.

for at have konstrueret og bygget den første virkelig tilfredsstillende Dampbaad og saaledes skabt Dampskibsfarten, der skulde blive af et saa uskatterligt Værd for den hele Verden, en af de allervigtigste Løftestænger for Civilisationens Udbredelse og alle Folks materielle Trivsel.

Han var Søn af fattige irske Emigranter og fødtes i Staten Pennsylvania omkring Midten af forrige Aarhundrede. Da han havde Anlæg for Tegning og Malning, kom han først i Lære hos en Juveler i Philadelphia, hvor han tjente sit Livsophold ved Graverstikken. Senere gjenfinder vi ham som Miniatur-

maler i samme By. I 1786 begav han sig til England, hvor han blev bekjendt med sin Landsmand Rumsey, der her holdt paa at virke for sin nykonstruerede Dampbaad, og ved hvem Fultons virksomme Aand lededes ind paa den Bane, der siden skulde bringe hans Navn Udødelighed og hans Land Ære og Rigdom. Han opgav Malerkunsten, syslede nu udelukkende med Mekanik og kom med flere Opfindelser paa dette Omraade dels i England, dels i Frankrig. Her traf han i 1801 sammen med den amerikanske Gesandt Livingston, der i høi Grad interesserede sig for Dampskibsspørgsmaalet; denne opfordrede Fulton til at kaste sig over dette og vilde forstrække ham med Penge. Ved hans Understøttelse fik Fulton en Dampbaad færdig, som i 1803 blev prøvet paa Seinen og som befandtes at være baade let at styre og nok saa hensigtsmæssig forresten. Men dette faldt sammen

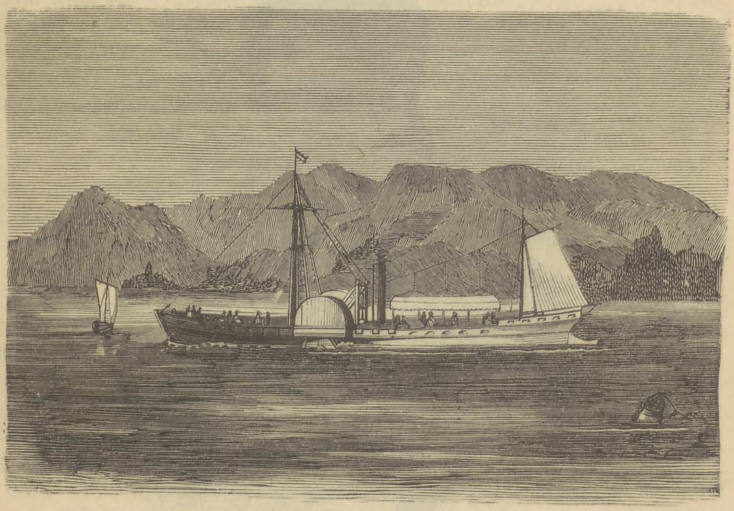

Fig. 120. Fultons første Dampskib „Clermont".

med Napoleons Seiervindinger, og hverken denne eller Franskmændene havde derfor Øie for Fultons Forsøg.

Han og Livingston drog derfor atter over til Amerika, hvor han, efterat have faaet kraftige Maskiner paa Watts Fabrik, foretog Prøvefarten med det første større Skib „Clermont", hvoraf her gives en Tegning, den 7de August 1807. Det var 133 Fod langt med en Drægtighed af 160 Tons og en Maskine paa 18 Hestekræfter. Det var med Mistro, Latter og Haan, at hans Landsmænd saa dette Vidunderskib løbe af Stablen, og de syntes et Øieblik at skulle faa Ret; thi Skibet standsede pludselig; men Fulton fandt hurtig den lille Feil; det første ordent-

lige Dampskib skjød med rask Fart ud i Hudsonsfloden, og en uendelig Jubel afløste nu den forrige Haanlatter. Yderligere Forbedringer udførtes, og snart efter aabnedes en regelmæssig Fart mellem New-York og Albany, Skibet gik omtrent 1 Mil i Timen, og Trafikken lønnede sig godt.

Snart gik der nu Dampskibe paa alle de store Floder i de forenede Stater; alle Baade byggedes i lang Tid paa Fultons Verksteder, ligesom han havde erhvervet sig Eneret til Fart paa flere Steder. Men mange af disse lønnede sig ikke, og Fulton døde i stor Gjæld i 1815. Hans sidste Baad, en stor Dampfregat, som han byggede for sit eget Land, var da endnu ikke ganske færdig. Denne, der fik Navnet „Fulton", var et Dobbeltskib med et Skovlhjul i Midten, for at det kunde være beskyttet mod Fiendens Kugler; det var 152 Fod langt, 57 Fod bredt, havde 2 Master, 2 Bougspryd og 4 Ror for at kunne seile frem og tilbage uden at vende. Maskinen var paa 120 Hestekræfter, og Skibet var bestykket med 32 Kanoner. I 1829 skjænkede Kongressen hans Børn 5000 Dollars med Renter fra 1815 og i 1838 en Sum af 100,000 Dollars.

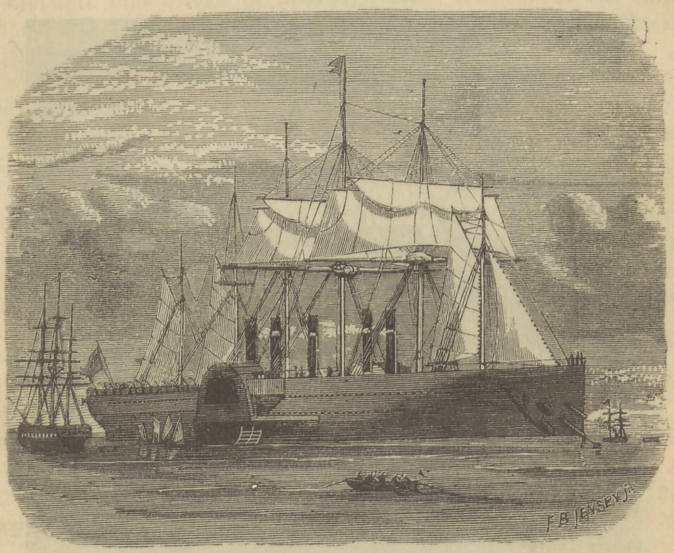

Fig. 121. Great Eastern.

Lidt senere end Fulton byggede en Oberst Stevens ogsaa i Amerika en Dampbaad, som han kaldte „Fønix". Det var den første, der vovede sig ud paa Havet, idet Stevens lod sin Søn drage tilsøs med den fra New-York til Philadelphia.

Nu fik man ogsaa i Europa Interesse for de nye Skibe, og Skotlænderen Henry Bell byggede i 1811 en liden Baad, som han kaldte „The Comet". Den var blot 38 Fod lang og havde en Maskine paa blot 3 Hestes Kraft. Han satte den i Passagerfart mellem Glaskow og Greenock, men kun faa vovede at betro sit Liv til den nye Baad.

Men Dampbaadsfarten tog hurtige Fremskridt, og 20 Aar efter dette første Forsøg i Skotland eiede næsten alle Europas Lande et større eller mindre Antal Dampskibe. I 1819 gik Dampskibet „Savanna" første Gang fra Amerika til London paa 26 Dage; i 1838 gik „Great Western", et Jerndampskib med to Maskiner paa 450 Hestekræfter, fra Bristol til New-York paa 14½ Dag.

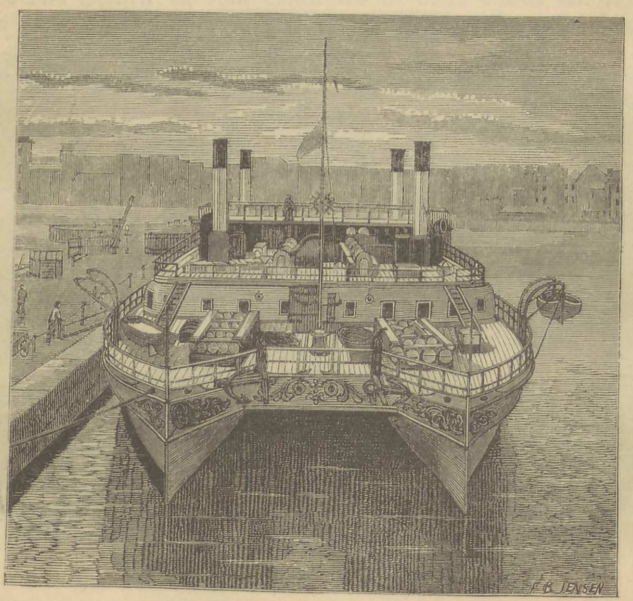

Fig. 122. Tvillingskibet „Castalia".

Man byggede nu større og større Skibe indtil det største, „Great Eastern", se Fig. 121, i 1858 gik af Stablen. Dettes Maskiner har tilsammen flere Tusind Hestekræfter, driver 2 Skovlhjul med en Diameter af 56 Fod og en Skrue med 24 Fods Diameter. Det er 690 Fod langt og 83 Fod bredt, 58 Fod dybt og har en Drægtighed af 22,500 Tons. Det har Rum til 4000 Personer foruden den 400 Mand stærke Besætning, indtager 12,000 Tons Kul og er beregnet paa at kunne tilbagelægge Veien fra England til Australien uden ny Kulforsyning. Det har foruden 20 store Baade desuden to bagenfor Hjulkas-

serne hængende Dampskibe, der hver er 100 Fod lange og 120 Tons drægtige og har en 40 Hestes Maskine. Skibet viste sig mod Forventning ikke mere, men snarere mindre sødygtigt end de mindre Skibe og har næsten blot været anvendt til Udlægning af undersøiske Telegrafkabler.

For at undgaa den for Passagererne høist ubehagelige Rulling af Dampskibet har man forsøgt flere forskjellige Skibskonstruktioner, saaledes en af Mr. Bessemer, hvori selve Salonerne er ophængte midtskibs paa en saadan Maade, at denne Del af Skibet altid skulde holdes horizontal. Et andet Skib er Tvillingskibet „Castalia" se Fig. 122, der er bygget som to, lidt fra hinanden fjernede Skibe med hver sin Maskine; de to Hjul er anbragte paa Siden af hinanden midt imellem de to Baade. Begge disse Skibe er bestemt for Fart over Kanalen mellem England og Frankrig.

Man har to forskjellige Systemer for Fremdriften af Dampskibe, nemlig Skovlhjul og Skrue. Man begyndte med de første og anvendte i længere Tid udelukkende disse, senere blev de imidlertid for en stor Del fortrængte af Skruen, der navnlig ved Krigsskibe strax blev den almindeligste, da dette Apparat er meget mindre udsat for at blive ramponeret af Fiendens Skud end de store og over Vandet vidt fremragende Hjul. Senere fik Skruen mere og mere Overtag, og man kan nu sige, at Hjulskibene er godtsom udelukkende henvist til Flod- og Indsøfart, hvor lidet Dybgaaende ofteste er af Vigtighed, medens Skruedamperne har bemægtiget sig al Fart paa Havet.

Skibsmaskinerne. Maskinen i begge Slags Skibe er i Regelen en Lavtryksmaskine eller ogsaa en kombineret Høi- og Lavtryks. Da der ved Høitryksmaskinerne altid arbeides med 1 Atmosfæres Tryk mindre end den Spænding, Dampen har (thi denne slippes ud af Maskinen igjen med 1 Atmosfæres Spænding), saa gaar der en ikke ringe Del Kul tabt, og dette har ved Dampskibe, hvor det er af yderste Vigtighed at spare saa meget Rum som mulig, en ikke ubetydelig Vægt; anderledes er det jo med Landmaskiner og saadanne, der kun arbeide en forholdsvis kort Tid, medens Dampskibene i Regelen maa være forsynet med Kulforraad for flere Dage, ja ofte Uger.

I det væsentlige er Maskinerne indrettet som før angivet, kun med enkelte Smaaforandringer ogsaa især af Hensyn til Rummet. Saaledes opgav allerede Fulton den Anordning af Ballancen, som Watts Landmaskine har, nemlig at denne ligger over Maskinen, hvorved den kommer til at rage høit tilveirs. Han erstattede den med to Ballancer, en paa hver Side af Maskinen og beliggende ved dennes Fod. Bedre endda er det ganske at bortkaste Ballancen, hvad der ogsaa ved forskjellige Anordninger kan ske, men da disse er lidt forskjellige, eftersom

Skibet anvender Hjul eller Skrue, skal disse Indretninger nærmere beskrives senere, idet vi særskilt tager for os Hjuldampskibe og Skruedampskibe.

Hjuldampskibene har en horizontal tversover Skibets Midte gaaende Axe, der ved Hjælp af Krumtapper, dannede som _⌐¬_, sættes i Bevægelse af Maskinen. Paa Axens Ende sidder Skovlhjulene fæstede; Skovlerne selv er af Træ, Hjulringene, Armene og de andre Dele af Jern. De gjøres saadan, at altid 3 Skovler er under Vandfladen, og undertiden er de bevægelige, saaat de altid kan træffe Vandet paa den fordelagtigste Maade; herved undgaaes ogsaa for en Del den ubehagelige Rysten.

Forbindelsen mellem Stempelstangen og Krumtappen sker ofte ved som før i Fig. 113 fremstillet at lade selve Stempelstangen, hvortil Forbindelsesstangen igjen er fæstet, med sit Krydshoved glide i en Styring. Endnu simplere er det at lade selve Cylinderen være bevægelig, saaat den faar en vuggende Bevægelse, den ubøielige Stempelstang staar da selv umiddelbart i Forbindelse med Krumtappen. Man sparer herved en stor Del Plads. Saadanne Cylindre kaldes oscillerende. Undertiden sidder Hjulene paa hver sin Axe, der da igjen har hver sin Cylinder. Man opnaar herved, at man kan lade det ene Hjul gaa, medens det andet staar stille eller endog bevæger sig i modsat Retning, hvad der er til betydelig Hjælp ved Vending af Baaden; saadan kan da nemlig ske paa Stedet, medens den ellers maa ske i meget stor Bue eller med mangen frem- og tilbagegaaende Bevægelse af Skibet, noget som i trange Farvande ofte kan have betydelige Vanskeligheder.

Som før omtalt bruges mest Lavtryks- eller Kondensator-Maskiner tilskibs. Som Kondensationsvand benyttes Vand udenfra; men da dette hyppig er Søvand, og dettes Salt vilde afgive en hel Del saakaldet Kjedelsten, et Bundfald, der afsætter sig i Kjedlen og baade lader en hel Del Varme gaa tabt og let foraarsager Brud i Kjedelvæggene, saa kan Saltvand alene ikke bruges som Fødevand. Man har derfor opfundet saakaldede Overfladekondensatorer, hvorved man slipper at faa Kondensatorvandet sammen med det af Dampen kondenserede. Kondensatoren er nemlig en Kasse, hvorigjennem der gaar en hel Mængde Rør; i disse ledes det kolde Søvand, som derved afkjøler Rummet, hvori den brugte Damp ledes ind. Det af den dannede Vand bruges saa atter til Fødevand.

Skjønt Lavtryksmaskinerne arbeider med lidet Tryk, kan man dog, ved at gjøre Stemplernes og altsaa Cylindernes Dimensioner og videre Expansionen stor, opnaa en betydelig Kraft. De kræver dog følgelig større Plads end Høitryksmaskinen, men saa fordrer disse til Gjengjæld stærkere og altsaa tyngre Kjedler og

er paa Grund af det høie Tryk mere udsat for at springe ved stadigt Brug. Anvendes kombineret Høi- og Lavtryksmaskine, har man en liden Høitrykscylinder til en eller 2 større Lavtrykscylindre, og samtlige Stempelstænger staar i Forbindelse med Axen paa saadan Vis, at ikke samtidig Stemplerne er i Dødpunktet.

Skruedampskibe. Allerede tidlig var det af forskjellige Mænd foreslaaet at anvende en Skrue til Fremdriften istedetfor Aarer, saaledes af Schweitzeren Bernoulli i 1752 og Franskmanden Paucton i 1768. Den sidstes Landsmand Kaptein Delisles var den første, som 1823 foreslog Skovlhjulene ombyttede med Skruen, men først senere blev hans Forslag paaagtet. Ligedan gik det Englænderen Brown i 1825. Andre havde senere den samme Tanke, saaledes Franskmanden Sauvage, en dygtig Ingeniør, der fremkom med flere nye Opfindelser, og Tydskeren Ressel; men ingen af dem vandt Paaskjønnelse for sin Idé og sin Stræben. De døde begge to i 1857, den første i et Galehospital. Han mistede, fortælles det, sin Forstand, da han fra Vinduet i det Gjældsfængsel, hvor han for Øieblikket var indespærret, saa den Lykke, Englænderen Smith i 1837 gjorde med det af ham før forgjæves foreslaaede Skrueskib. Samtidig optraadte ogsaa Svenskeren Ericson i England med en Skibsskrue. Smith byggede det første større Dampskib med Skrue i England 1840, og 1842 løb den første Orlogsdamper med samme Indretning efter Ericsons Model af Stablen i Amerika.

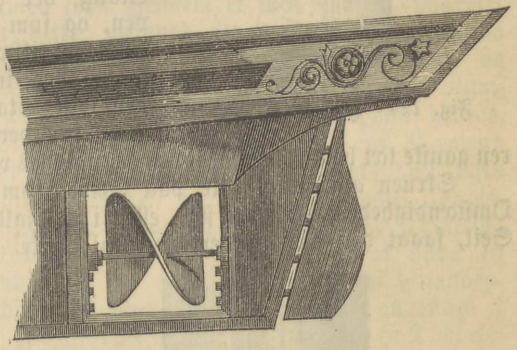

Fig. 123. Dobbelt Skrue.

Skibsskruen, eller som den ogsaa kaldes, Propellen, bestaar af et eller flere stærke i en Skruelinie bøiede og til en Axe fast fæstede Blade eller Vinger af Jern. Den anbringes gjerne i Skibets bageste Del, under Vandet, tæt foran Roret. Den kan have forskjellig Form, saaledes er her i Fig. 123 vist en dobbelt og i Fig. 124 en firebladet Skrue.

Axen for Skruen ligger i Skibets Midtlinie og temmelig dybt nede, man anbringer derfor ogsaa Cylinderen ikke som ved Hjulskibene vertikalt, men lader dem gjerne to i Tallet hælde nedover mod Axen med sine Stempelstænger. Enten sker Forbindelsen mellem disse og Krumtapperne ved den før omtalte

Styring for Krydshovedet, eller man anvender den saakaldte Trunk. I det sidste Tilfælde er saavel Cylinderens Laag som dens Bund gjennemboret, og Stempelstangen bevæger sig frem og tilbage gjennem begge disse Aabninger, som er forsvarligt pakkede. Stempelstangen, der her kaldes Trunk, har en stor Diameter og er hul, inde i denne er bevægelig om to Tapper til dens Midte befæstet en anden smal Stang, der griber om Krumtappen, og som kan bevæge sig med denne et tilstrækkeligt langt Stykke op og ned, inden den støder mod den hule Stangs indre Omkreds. Man kan herved nærme Cylinderen ganske tæt hen til Krumtappen og saaledes vinde betydeligt Rum.

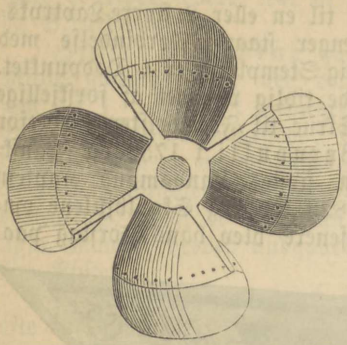

Fig. 124. Firebladet Skrue.

Skruen anbringes ofte paa Skibe, som under almindelige Omstændigheder benytter sig, eller i al Fald kan benytte sig af Seil, saaat den blot undertiden skal virke. I dette Tilfælde

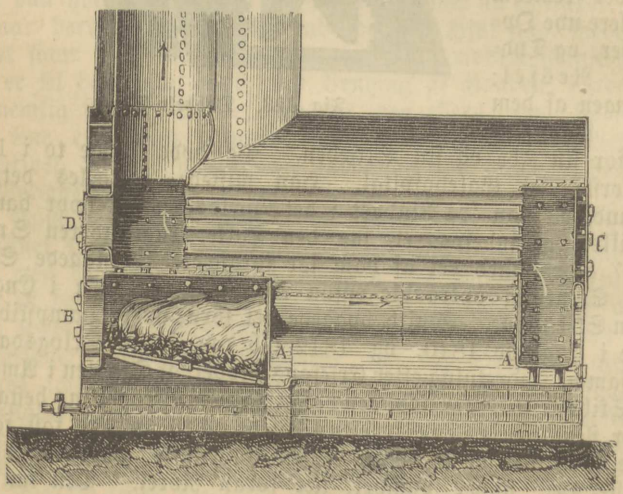

Fig. 125. Gjennemsnit af en Rørkjedel for Dampskibe.

indretter man sig saa, at den let kan sættes ud af Forbindelse med Hovedaxen og bevæge sig rundt selvstændig, da den ellers vilde sinke Seiladsen. Ofte anbringer man den ogsaa saa, at den kan løsnes ganske og heises op, selv om man er ude paa Søen.

Det er ikke nødvendigt, at Skruen ligger helt under Vand. Videre kan man ogsaa bruge to Skruer, en paa hver Side af

Skibets Midte, eller sætte den foran Skibet istedetfor bag. Forat opnaa den samme Hastighed med Skruen som med Hjul er det nødvendigt, at den dreier sig 3 til 5 Gange saa hurtigt. At bruge en Tandhjulsomsætning hertil vilde være en altfor skrøbelig Indretning, og man maa derfor lade Stemplet bevæge sig hurtigere, hvorved der rigtignok opstaar en stærkere Slitage.

Dampkjedlerne er indrettet paa en anden Maade end de under faste Maskiner beskrevne; de er saakaldte Rørkjedler, hvoraf et Gjennemsnit vises i Fig. 125.

Selve Vandbeholderen er cylindrisk; men Ildstedet er anbragt inde i Cylinderen et Stykke over dennes Bund. Fra Ildstedet B gaar nu Varmen først gjennem et vidt Rør og opvarmer paa sin Vei den om dette værende Vandmasse A A, derpaa træder Flammen ind i Rummet C i Bagsiden af Kjedlen og gaar saa i Pilens Retning gjennem en hel Mængde Rør til Rummet D, hvorpaa det kommer i Skorstenen. Man opnaar herved, at en særdeles stor Overflade af Kjedlen udsættes for Varmens Virkning, hvorved Kjedlen kan gjøres mindre, da Dampudviklingen i hver Tidsenhed bliver større, og ogsaa Brændsel spares.

Ved meget store Maskiner, hvor der ofte fordres Udvikling af en ganske uhyre Kraft, er det ikke tilstrækkeligt at have en eneste Kjedle, man anbringer da flere ved Siden af hinanden Istedetfor blot et Ildsted til hver Kjedle kan ogsaa anvendes 2 eller flere saadanne. I Fig. 126 er vist det Ydre af en Dobbeltkjedle med 3 Ildsteder til hver.

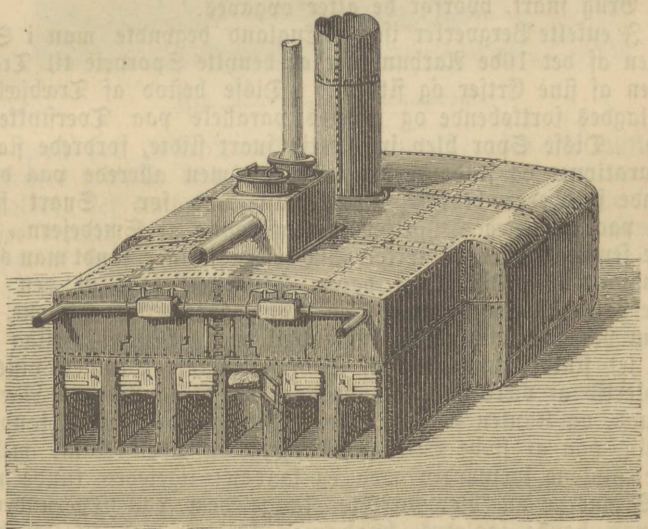

Fig. 126. Det Ydre af Kjedelindretningen paa et stort Dampskib

XVII.

Lokomotiv og Jernbaner.

Jernveie. Paa de almindelige Færdselsveie er der mange Hindringer for Hjulenes Bevægelse at overvinde. Friktionen mod det løse og elastiske Underlag bliver ofte særdeles stor; og denne forøges ved de ofte dybe Hjulspor, ja Veiene bliver undertiden under ugunstige Veirforholde godtsom ufremkommelige. Man har derfor allerede i de ældste Tider lagt et Slags Spor for at lette Transporten. Det var saaledes kun ved at belægge Veiene med flade og jævne Stene, at de gamle Ægyptere og Perſere formaaede at fremskaffe til Byggepladsen de umaadelige Stenblokke, som de anvendte til sine Bygninger. Ogsaa Romerne brugte paa enkelte af sine Veie en Brolægning af flade Stene. Men de var kostbare disse Veie og ødelagdes ved stadigt Brug snart, hvorfor de atter opgaves.

I enkelte Bergverker især i England begyndte man i Slutningen af det 16de Aarhundrede at benytte Sporveie til Transporten af sine Ertser og sit Kul. Disse bestod af Træbjælker, der lagdes fortløbende og aldeles parallele paa Tverstykker af Træ. Disse Spor blev imidlertid snart slidte, fordrede stadige Reparationer og faldt derfor kostbare; men allerede paa denne Maade fordredes blot $^1/_4$ Trækkekraft mod før. Snart fandt man paa at belægge Bjælkerne med Baand af Smedejern. Da disse senere afløstes af tykkere Smedejernsskinner, fandt man ogsaa i England i 1776 paa at danne Skinnerne saa, at den ydre Side bøiedes op og dannede en Kant, forat ikke Hjulene, der endnu var som almindelige Vognhjul med et fladt Beslag om, saa let skulde kunne gaa af Sporet. Disse Skinner viste sig imidlertid at være ubensigtsmæssige, da de samlede en Mængde Smuds, og Kanten følgelig liden Nytte gjorde. Man fandt da endelig paa at støbe Skinnerne høiere og uden Kant, medens selve Hjulene forsynedes med en saadan; ligeledes kunde man, da Skinnerne nu blev stærkere lægge dem paa Tverunderlag, og man havde saaledes, hvad man forstaar ved en Jernbane, om end Skinnernes Form m. m. senere har undergaaet adskillige

Forbedringer. Man benyttede altid som Drivkraft Heste, først i dette Aarhundrede lykkedes det at konstruere Dampmaskiner, der formaaede at erstatte disse.

Dampvogne. Schweitzeren Planta var den første, der foreslog at benytte Damp til at drive en Vogn, men hans Maskine kom aldrig til Udførelse. Den franske Ingeniør Josef Cugnot derimod konstruerede det næste Aar 1770 en Dampvogn, der skulde gaa paa almindelige Veie. Dampmaskinen var imidlertid endnu altfor uudviklet til, at hans Konstruktion kunde blive af nogen praktisk Nytte.

Hans Dampvogn, hvoraf er givet en Afbildning i Fig. 127, havde Kjedlen anbragt foran, og fra denne ledede Rør til de to Cylindre, der drev hver sit af Forhjulene. Paa en ganske haard og jevn Vei gik den med saadan Kraft, at den slog itu en Mur, men paa løse Veie var Friktionen saa stor, at den kun gik yderst langsomt, og Maskinen blev hensat som en baade farlig og uduelig Opfindelse. Den opbevares endnu i Paris paa Conservatoire des arts et metiers.

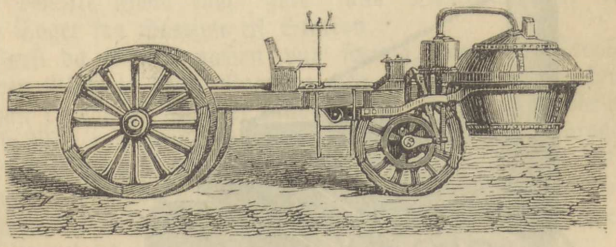

Fig. 127. Cugnots Dampvogn.

Først ved Høitryksmaskinens Opfindelse blev det muligt at konstruere virkelig brugbare Dampvogne eller Lokomotiver, som de kaldes, der kunde bruges til at trække større Byrder. Det er før omtalt, at Høitryksmaskinen omtrent samtidig blev opfunden af Englænderen Trevethik og Amerikaneren Oliver Evans. Begge disse konstruerede ogsaa Vogne med denne nye Maskine til Drivkraft. Evans tænkte blot at anvende den paa almindelige Veie, og hans Forsøg lykkedes ikke bedre end Cugnots.

Trevethik og hans Kompagnon Vivian derimod fik 1803 den lykkelige Ide at anvende dem paa Veie med Jernskinner og bragte saaledes bogstavlig Dampvognen hen i det Spor, hvorpaa den nu krydser den hele civiliserede Verden over i rastløs Fart.

Deres Lokomotiv er afbildet i Fig. 128; det havde en cylindrisk Kjedle, to skraatliggende Cylindre, hvis Stempler drev de to forreste Hjul. Lokomotivet fik tildels Indpas ved enkelte

engelske Kulgruber, hvor det foruden sin egen Vægt formaaede at trække nogle faa fuldlæssede Vogne.

Den praktiske Nytte af denne Maskine var imidlertid ogsaa saa liden, at der endnu ikke kunde være Tale om at anvende den i det store. Man var ogsaa kommen ind paa den feilagtige Anskuelse, der næredes af Konstruktøren selv, at Friktionen mellem Hjul og Skinner, hvis man skulde trække større Vægter, vilde blive altfor liden, saaat Hjulene blot vilde glide rundt paa Skinnerne uden at bevæge sig frem. Man troede ligeledes, at det var absolut nødvendigt, at Banen var fuldkommen horizontal. Den Hastighed, som Trevethik opnaaede med sin Maskine, var ogsaa liden, blot omtrent $^3/_4$ norsk Mil i Timen.

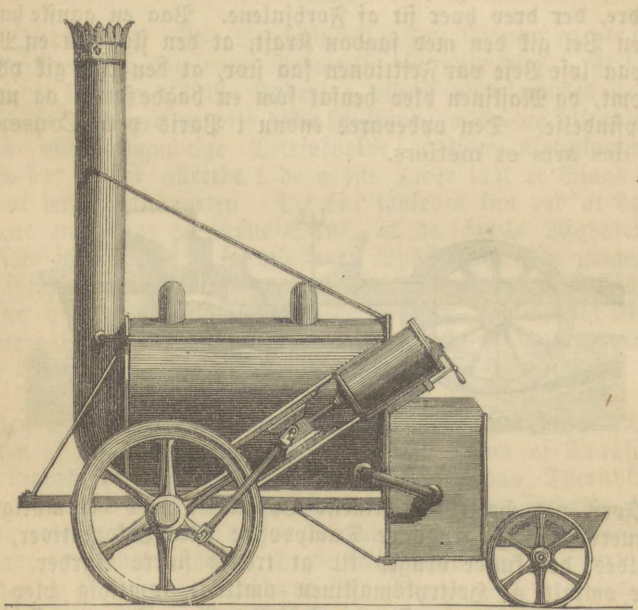

Fig. 128. Trevethik og Vivians Lokomotiv.

Det var først Englænderen Blackett, som i 1811 godtgjorde, at Lokomotivet, naar det blot var tungt nok, formaaede med glatte Hjul paa glatte Skinner at trække tunge Læs selv opover mindre Stigninger. Hans Lokomotiv var dog daarlig konstrueret og gik stadig itu. Imidlertid havde med lige lidet Held flere Ingeniører forsøgt sig med Lokomotivkonstruktioner.

Den Mand, der ved sit Geni og den Ihærdighed, hvormed han overvandt alle Vanskeligheder, besejrede al den Modstand, hvormed han fra alle Kanter mødtes, og konstruerede det første

virkelig praktisk brugelige Lokomotiv, var George Stephenson. Han fødtes 1781 og var Søn af en fattig Arbeider ved en Kulgrube nær Newcastle. Hans første Beskjæftigelse var at passe en af de ved Gruben anvendte Dampmaskiner; det lykkedes ham her at istandsætte og forbedre et Pumpeværk, hvorved han vandt sine Foresattes Opmærksomhed og blev forfremmet til Opsynsmand. Senere blev han Bestyrer af en større Kulgrube og byggede her sit første, men endnu svage og langsomme Lokomotiv til Transport af Kul; ligesaa opfandt han en Sikkerhedslampe til Brug i Kulgruber. For denne erholdt han 1000 Guineer, som han lovede at anvende paa sin senere næsten ligesaa bekjendte Søn Roberts videnskabelige Uddannelse.

Stephenson begyndte nu at blive en Mand af Betydenhed; han havde saaledes virksom Andel i Bygningen af den første Jernbane for Persontrafik, der i 1825 aabnedes mellem Stockton og Darlington. Paa denne brugtes Heste og paa et Stykke, der havde større Stigning en fast Dampmaskine, der ved Touge halede Vognene op. I 1824 var der besluttet at anlægge en Bane fra Liverpool til Manchester, og man var i Tvivl, om man skulde benytte Heste eller flere faste Dampmaskiner, til at trække Toget fra Station til Station.

Først da Banen næsten var færdig, fremkom Stephenson med den Plan at drive Vognene ved Hjælp af et Lokomotiv, idet han lovede at skaffe et saadant, der skulde tilbagelægge 10 engelske Mile i Timen. Forslaget blev af de fleste modtaget med Latter eller Vantro, ja man ymtede endog om, at den bekjendte Ingeniør ikke kunde være ganske rigtig. Med vor Erfaring lyder Bladenes Udtalelser og Videnskabsmændenes Betænkeligheder paa den Tid rent ud latterlige. Et Blad siger blandt andet: „Hvad kan være mere barnagtigt, taabeligt og latterligt end den fremsatte Plan om Lokomotiver, der skal gaa to Gange saa hurtigt som en Postvogn. Vi kunde lige saa godt falde paa, at Folk vilde lade sig skyde ud paa en af de Congrevske Sprængraketter, som at de skulde betro sig til en Maskines Godtykke, der gik med saadan Fart." Et Medlem af en Parlamentskomite forelagde Stephenson følgende Tilfælde: „Sæt nu, at en af disse Maskiner for hen over en Jernbane med en Fart af 9 eller 10 engl. Mil i Timen, og at saa en Ko kom ud i Linien og gik i Veien for Lokomotivet, tror De saa ikke, at dette vilde være meget slemt?" Stephenson smilte og svarede: „Jo virkelig særdeles slemt — — for Koen." Mere og mindre taabelige Indvendinger af lignende Slags fremkom i hundredevis, og der skulde baade Mod, Taalmodighed og Kraft til for alligevel at fastholde Planen og beseire alle Vanskeligheder. Hertil kom ogsaa formaaende Mænds Fiendskab; thi Kanaleierne var bange for, at de, hvis Foretagendet mod Forventning lykkedes, skulde ligge under i Konkurrencen.

Imidlertid udsatte Banedirektøren en Belønning af 9000 Kroner for det bedste Lokomotiv, der uden Røg skulde gaa med en Fart af 10 engl. Mil i Timen, ikke skulde veie mere end 6 Tons og trække tre Gange sin egen Vægt. Der fremkom til Prøvefarten 6te Oktober 1829 4 Lokomotiver, hvoriblandt ogsaa et af Svensken Ericsson. Stephensons overgik langt sine Medbeileres, hans „Raket", saa kaldte han Maskinen, holdt endog mere, end han selv havde lovet, idet det tilbagelagde Veien uden Stands med en Gjennemsnitshastighed af 15 engl. (over 2 norske) Mil i Timen og trak 5 Gange sin egen Vægt; paa somme Stykker af Banen havde det endog naaet over 4 norske Mil.

Hermed var da Jernbanespørgsmaalet løst, Lokomotivet overgik i alle Henseender langt de dristigste Drømme, alle Fordomme maatte vige, og Stephenson vandt sig et udødeligt Navn som den, der har lyksaliggjort Verden med en af de skjønneste og følgerigeste Opfindelser. Næste Aar aabnedes Liverpool-Manchesterbanen med Stephensonske Lokomotiver, og snart lagdes Bane efter Bane med rastløs Iver i alle Verdensdele. Nu, ikke 50 Aar efter at den første Lokomotivbane aabnedes, er der i det hele paa Jorden bygget omtrent 40,000 geogr. Mil Jernbaner, der befares af henved 60,000 Lokomotiver og et Par Millioner Vogne.

Stephenson, den fattige Fyrbøderson, døde som en rig og anseet Mand.

Lokomotivet. Hvad der især udmærkede Stephensons Maskine og gjorde, at den blev istand til at udvikle saa meget større Kraft end de andre Lokomotiver, var den Form, han anvendte for Kjedlen, der gjorde, at en ualmindelig stor Dampdannelse finder Sted, samt den voldsomme Forbrænding af Kullene, som han iverksatte ved at lede den benyttede Damp op i Skorstenen, hvorved dennes Træk i betydelig Grad forøges. De senere Lokomotiver har undergaaet en hel Del Forbedringer i Detaillerne, har faaet mange Gange saa stor Tyngde og som Følge heraf betydelig forøget Trækevne; men i det hovedsagelige er det endnu Stephensons Indretning.

I Fig 129 er vist Gjennemsnittet af et Lokomotiv. Til venstre sees Ildstedet M med Rist og Askefald C. Herfra gaar Varmen gjennem et stort Antal Rør, beliggende parallelt efter Kjedlens Længde, og udmunder i det i Lokomotivets forreste Ende anbragte lukkede Rum, den saakaldte Røgkasse O, hvorfra Røgen kommer op i Skorstenen. Rørenes Diameter er indtil 2 Tommer og deres Antal over 100, ved større Lokomotiver i Almindelighed omkring 180, men deres Antal stiger undertiden indtil det dobbelte heraf.

Kjedlen fyldes med Vand saa høit, at dets Niveau staar over de øverste Rør. Ved at man anvender et saa stort Antal saadanne, kommer, som før under Dampskibet ogsaa omtalt, en

betydelig større Mængde Vand til at blive udsat for Varmens Virkning, hvorved der dannes en uhyre Mængde Damp i hvert Sekund, medens dog Kjedlens Omfang ikke bliver stort, hvad der

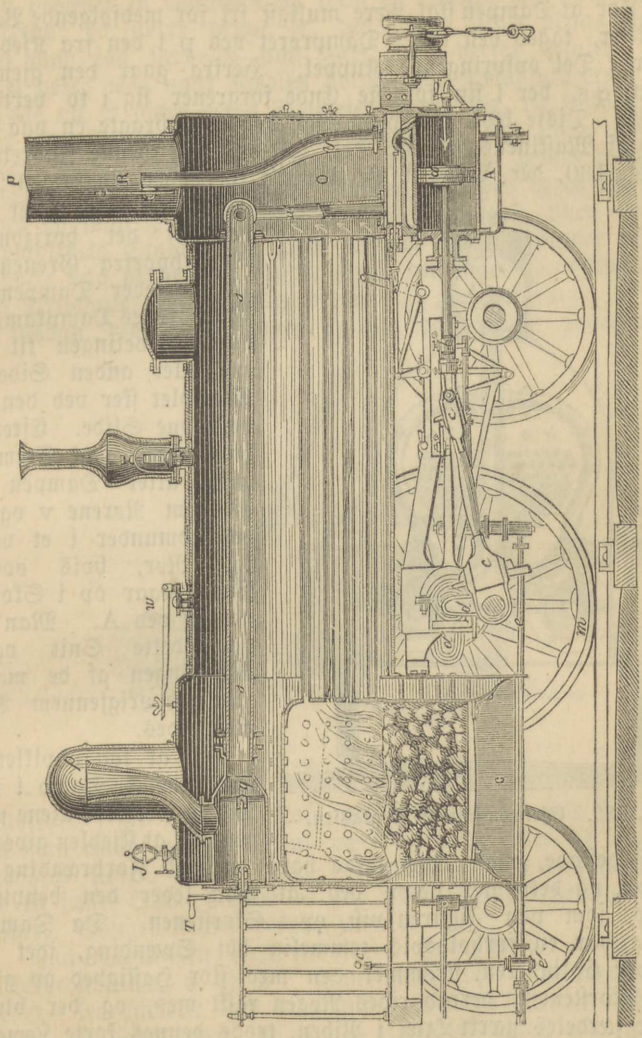

Fig. 129. Gjennemsnit af et Lokomotiv.

jo let indsees er af den allerstørste Betydning. En Følge af den raske Dampdannelse er et hurtigt Slag af Stemplet og følgelig stor Hurtighed hos Maskinen. Da denne er en Høitryksmaskine, maa Kjedelvæggene være meget solide; de udsættes ikke direkte

for Luftens afkjølende Virkning, men beklædes med en slet Varmeleder, bedst Filt, hvorover lægges en Træklædning og udenom det hele igjen Jernplader.

For at Dampen skal være muligst fri for medfølgende Vandpartikler, tages den ind i Damprøret ved p i den fra Kjedlens bagerste Del opspringende Kuppel. Herfra gaar den gjennem Røret q s, der i sin forreste Ende forgrener sig i to vertikale Rør u. Disse leder til Cylindrene, der er anbragte en paa hver Side af Maskinens forreste Del. Bedre sees denne Indretning i Fig. 130, der viser et Vertikalsnit tversover Røgkassen TT'.

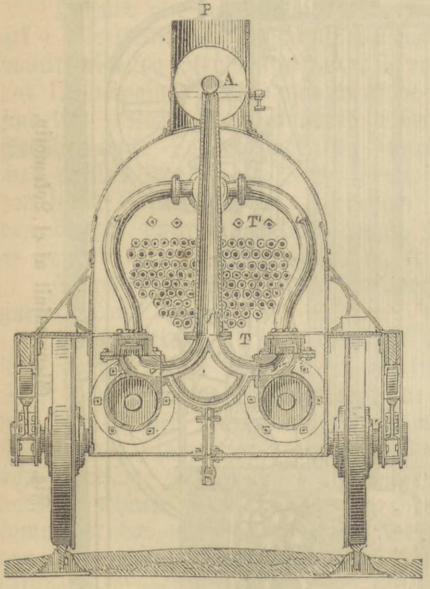

Fig. 130. Gjennemsnit af Røgkassen.

I Midten sees her Enden af det horizontale Rør, hvorfra Grenene u og u' leder Dampen til Cylindrenes Dampkammer, hvor Fordelingen til den ene eller anden Side af Stemplet sker ved den før beskrevne Slide. Efter at have virket paa Stemplet gaar atter Dampen ud gjennem Rørene v og v', der udmunder i et vertikalt Rør, hvis øverste Ende maar op i Skorstenen P ved A. Man ser paa dette Snit ogsaa Mundingen af de mange Rør, hvorigjennem Varmen ledes.

For at faa udviklet en stor Mængde Damp i kort Tid er det ikke alene nødvendigt, at Kjedlen gives en stor Hedeflade, man maa ogsaa have en rask Forbrænding af Kullene, og dette sker netop ved, at man leder den benyttede Damp, som paa Figuren vist, op i Skorstenen. Da Dampen nemlig har en forholdsvis temmelig høi Spænding, idet den forlader Cylinderen, strømmer den med stor Hastighed op gjennem Skorstenen; herved rives Røgen raskt med, og der bliver derfor særdeles stærkt Træk i Piben, trods dennes korte Længde.

Vi vender nu igjen tilbage til Fig. 129. Cylinderen, hvoraf et Gjennemsnit sees ved A, er dobbeltvirkende og horizontal. Stemplet a driver gjennem Stempelstangen b, Excenterstangen c og Krumtappen d det midterste af Lokomotivets 6 Hjul, Drivhjulet m. Dette er paa de større og hastigere Lokomotiver af

en betydelig større Diameter end Endehjulene. Lokomotivets Hurtighed afhænger nemlig foruden af Stempelslagenes Hyppighed ogsaa af Drivhjulenes Størrelse. For hver Omdreining af Axen bevæger jo Maskinen sig frem en Længde lig Drivhjulenes Omkreds; jo større denne er, des større bliver altsaa Farten. Skal man faa særdeles stor Fart, maa derfor Hjulene blive meget høie; men naar Kjedlen hviler paa Drivhjulaxerne, gaar det ikke an at gjøre deres Diameter meget stor, da Lokomotivet, naar dets Tyngdepunkt rykkedes høiere op, let vilde udsættes for at vælte. Englænderen Crampton fandt derfor 1848 paa at lægge Drivhjulene bagenfor Kjedlen, hvorved deres Axe kunde hæves og følgelig deres Høide betydelig forøges, uden at skade Lokomotivets Stabilitet. Dets Tyngde kommer derved blot til at hvile paa de øvrige, mindre Hjul, der ingen Forbindelse har med Drivhjulet og følgelig dreier sig om uafhængig af dette. En saadan Indretning bruges nu paa de hurtigst gaaende Lo-

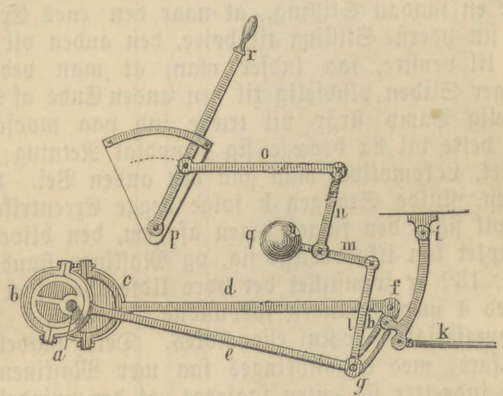

Fig. 131. Stephensons Coulisse.

komotiver. Er der ikke Tale om saa særdeles stor Hurtighed, kan man enten lade alle Hjul være ligestore, eller de 2 eller 4 Drivhjul større, i sidste Fald forbindes 2 og 2 paa hver Side ved en fælles Stang mellem de paa Axernes Ender værende Krumtapper. Gangen bliver herved jævnere.

Paa Tegningen sees endvidere Dampfløiten J og de to Sikkerhedsventiler w og w'. Vandstanden inde i Kjedlen angives ved et i Forbindelse med dens Indre staaende Glasrør med tykke Vægge, og Fødevandet indbringes i Kjedlen enten ved en Fødepumpe eller ved et eget Apparat, Giffards saakaldte Injektor.

Den før løselig nævnte, af Stephenson opfundne Coulisse bruges til at bringe Maskinen til at forandre Gang fremover til Gang bagover. Vi skal her se lidt nærmere paa denne Indret-

ning, der vises i Fig. 131. Paa Axen a sidder de to Excenterskiver b og c, der bevæger sig i de paa Stængerne d og e fastsiddende Ringe. Den anden Ende af disse Stænger er bevægeligt forbunden med Enderne af den kløvede Bue f g; inde i denne bevæger sig et lidet Hjul, der ved h har sine Tappeleier i Stangen h i. Denne sidste er bevægelig fæstet til Maskinen ved i, og dens nedre Ende er ligeledes i bevægelig Forbindelse med Stangen k, der driver Sliden. Ved Hjælp af Vægtstangsforbindelsen l, m, n, o og Stangen r, der kan dreies om p, kan man efter Behag hæve eller sænke Buen f g og følgelig bringe h til at blive staaende ved et hvilketsomhelst Punkt paa denne Bue. q er en Modvægt, der blot tjener til at lette Bevægelsen af Apparatet.

Naar, som paa Tegningen, Buen staar i sin nederste Stilling, følger Stangen k Bevægelsen hos Excenterskiven c; hæves derimod Buen op i sin høieste Stilling, saa vil g rykkes op til h, og Slidestangen vil følge Excenterskiven b. Da nu disse to Skiver har en saadan Stilling, at naar den enes Excenterstang har naaet sin yderste Stilling til høire, den anden vil have naaet sin yderste til venstre, saa indser man, at man ved at hæve Buen bringer Sliden pludselig til den anden Ende af Slidehuset, og at følgelig Damp strax vil træde ind paa modsat Side af Stemplet; dette vil da bevæge sig i modsat Retning og dermed ogsaa Hjulet, Lokomotivet maa gaa den anden Vei. Bringes h midt i Buen, skulde Stangen k følge begge Excentrikers Bevægelse, det vil sige, den følger ingen af dem, den bliver staaende stille, Stemplet kan ikke bevæge sig, og Maskinen standser.

I Fig. 132 er fremstillet det ydre Udseende af et større Lokomotiv med 4 med hinanden forbundne Drivhjul.

Brændmaterialiet er Kul eller Kokes. Dette saavelsom Fødevand maa føres med og anbringes saa nær Maskinen som muligt. Man indretter sig enten saaledes, at der umiddelbart efter Lokomotivet følger en Vogn med disse Nødvendighedsartikler, eller der er paa dette selv Rum for dem; disse sidste Maskiner kaldes Tender-Lokomotiver. I Fig. 133 sees bag Lokomotivet den løse Tender, saa kaldes disse Kul- og Vandvogne. Vandet befinder sig i et Basin, der med et hesteskoformigt Gjennemsnit er placeret rundt Vognens 3 Sider; indenfor dette er Kulrummet. Fødevandet tages ikke direkte af Kummen, men fra et deri nedsænket gjennemhullet og tragtformigt Kar.

Lokomotivets Trækkraft beror, foruden paa Maskinens Styrke, hovedsagelig paa dets egen Vægt. Hvis der ingen Friktion, ingen Hindring mod Bevægelsen fandt Sted mellem Hjulenes Overflade og Skinnerne, saa vilde Hjulene løbe rundt paa disse uden at flytte Toget af Pletten. Men den Modstand, som opstaar imod Hjulenes Glidning paa Underlaget, gjør, at de maa bevæge sig fremad paa dette. Naar den Vægt, som de efter-

følgende Vogne med sin Ladning har, bliver større end den Modstand, Friktionen yder mod Glidningen, saa vil Lokomotivet heller ikke kunne trække Lasten frem. Det gjælder altsaa, forat

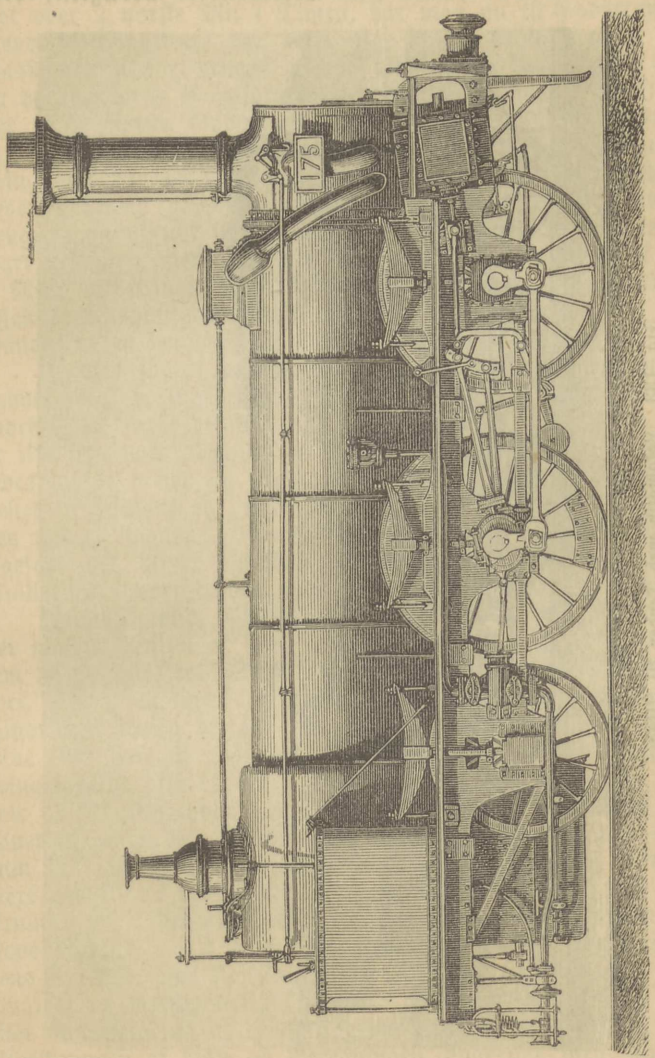

Fig. 132. Et Lokomotivs ydre Udseende.

dette skal kunne trække den størst mulige Last, at Friktionen er stor.

Denne Friktion afhænger dels af Beskaffenheden hos de i Berøring kommende Overflader, dels af den Kraft, hvormed Fla-

derne presses mod hinanden, i dette Tilfælde altsaa Lokomotivets Vægt. Man kan derfor paa 2 Maader forøge Friktionen. Man kan lade Hjulenes og Skinnernes Flader være meget ru; men dels vilde dette hindre selve Lokomotivets Bevægelse, dels

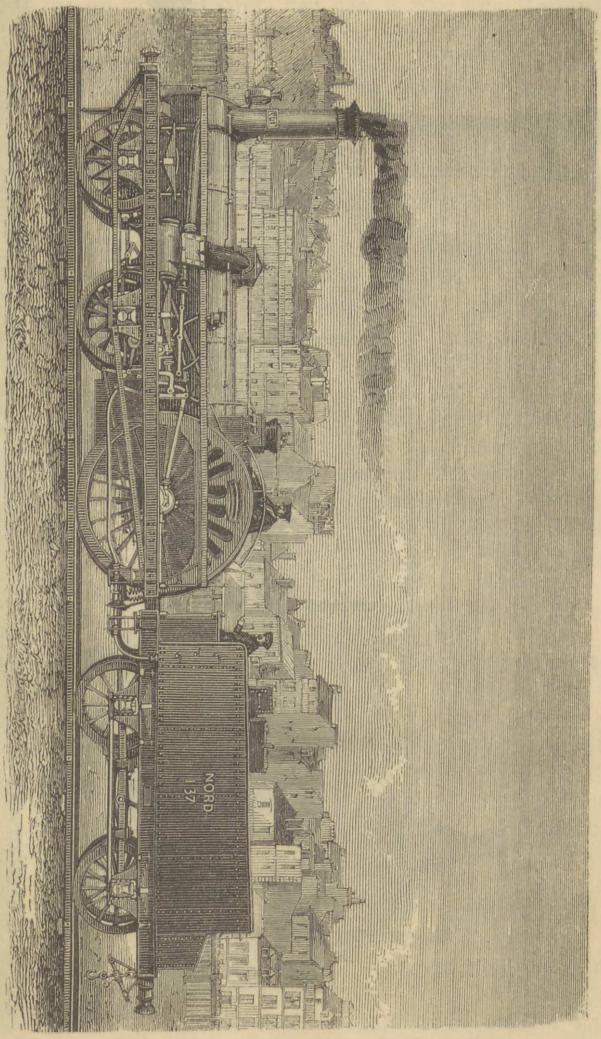

Fig. 133. Lokomotiv med Tender til Tog.

vilde det foraarsage skadelige Rystninger, dels vilde Ujevnheden snart afslides. Man maa altsaa forøge Lokomotivernes egen Vægt, naar man vil have dem til at drage tunge Læs.

Denne Maskinernes egen Vægt er ogsaa steget betydelig. Medens saaledes Stephensons første Lokomotiv kun veiede omtrent 90 Centner og kunde trække ca. 300 Centner med en Fart af lidt over 2 norske Mil i Timen, har man nu til Godstransport Tender-Lokomotiver, der veier lige op til 1400 Centner. Til Passagertransport bruges de dog aldrig over 600 Centner tunge, og de allerstørste Godslokomotiver uden Tender veier 1000 Centner. De største Godsmaskiner udvikler 2—300 Hestekræfter og kan trække indtil 20,000 Centner, medens de for Personbefordring blot har 1—200 Hestekræfter. Hastigheden, hvormed man lader Trænene gaa, har ogsaa stadig tiltaget. Med Godstog bruger man vistnok sjelden at gaa med mere end ca. 2 norske Mils Fart i Timen, medens den ved Iltog kan gaa op til 6, ja endog 8 Mil; medregnes Standsninger ved Stationerne, bliver dog Gjennemsnitshastigheden ikke fuldt saa stor. Paa vore norske Baner er den betydelig mindre, 2—3 Mil pr. Time.

Hjulene saavel paa Lokomotivet som paa Vognene er, som enhver ved, forsynede med en fremspringende Kant paa den indre Side, forat de skal kunne holde sig paa Skinnerne. De er ikke som vore almindelige Kjøretøier befæstede paa Axen saaledes, at de dreier sig rundt paa den, men Axen sidder her fast fæstet til Hjulene og dreier sig selv rundt i Lagere, der anbringes under Vognen. Herved opnaaes større Støhed i Gangen, ligesom det bliver umuligt for Hjulene ved Slitage at faa Spillerum, hvorved den indbyrdes Afstand kunde forandre sig.

Jernbanerne. Naar man skal anlægge en Jernbane, er der mange Hensyn at tage ved Valget af den bedste Linie mellem de to Punkter. Man bør jo naturligvis gjøre Veien saa kort, altsaa saa lige som mulig. Men Terrænet sætter somoftest Hindringer iveien herfor. Der bliver Fjelde eller Dale, Sumpe, Elve eller Veie at passere, og at komme frem trods disse Hindringer vilde ofte blive saa kostbart, at man bliver nødt til at bøie af for dem, hvor dette lader sig gjøre. Almindelige Jernbaner maa ikke have Stigninger, der er større end 1 paa 40, og man kan saaledes ikke følge et Landskabs Hævning og Sænkning mere end til en vis Grad; men Linien taaler heller ikke stærke Krumninger, i det allerhøieste en Bue (Kurve) med omkring 800 Fods Radius. Alt dette, og først og fremst Hensynet til Banens Kostende, gjør Udstikningen af en Linie til en baade vigtig, langsom og møisommelig Opgave. Naar en eller flere Linier efter nøie Befaring af de omliggende Trakter er udstukken, følger Nivelleringen af disse og Beregningen, hvorefter først Linievalget kan afgjøres.

Arbeiderne ved Anlægget af en Bane er af mange Slags. Hvis Grunden er jevn og nogenlunde tør, dannes Underbygningen for Banen eller Banelegemet blot ved at udjevne de

mindre Uregelmæssigheder, som jo findes i ethvert Terræn. Er Grunden sumpig, kan Anlægget dog ogsaa ved fladt Terræn blive kostbart, da man nødsages til at nedsænke heri fast Fyld, ofte i en ganske utrolig Mængde.

Naar Terrænets Stigning overskrider en vis Grændse, som vi har nævnt i det høieste maa være 1 paa 40 (det er imidlertid meget uheldigt at have store Stigninger, da naturligvis Lokomotivernes Trækevne og Hastighed derved betydelig formindskes), saa bliver man nødsaget til at sænke Banelegemet ned; dette sker da i løst Terræn ved Udgravning, i Klippegrund ved Minering. Er imidlertid Høiden, som man skal arbeide sig ned i, betydeligere, vilde dette Arbeide blive for kostbart, og man griber derfor til den Udvei at gaa tvers igjennem den med en Tunnel. Hvor Grunden er løs, som Sand eller Ler, maa man omgive Tunnelen med en hvælvet Mur, saaledes som Tilfældet

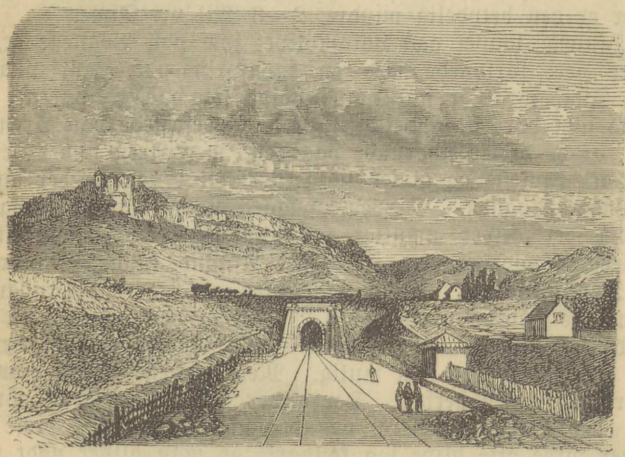

Fig. 134. Indgang til en Tunnel.

er ved de to Tunneler i Nærheden af Eidsvold; bestaar Høiden af fast Fjeld bliver dette overflødigt, men man maa da anvende Minering. Disse Tunnelarbeider kan ofte blive særdeles betydelige; det mest storartede af saadanne Arbeider er Mont Cenis-Tunnelen, der forbinder Savoien og Piemont. Arbeidet her paabegyndtes i December 1857 paa begge Sider; man benyttede først Haandkraft, siden Boremaskiner, der dreves med komprimeret Luft, og efter 13 Aars Arbeide havde man udboret den 38,940′ lange Tunnel. Den har indenfor Murverket en Høide af 25 Fod og Bredde af 20 Fod, og der udboredes i det hele 260 Millioner Kubikfod Berg. Den aabnedes 17de September 1871 og kostede i fuldstændig Stand over 50 Mill. Kroner. I 1872

paabegyndte man en ny Tunnel, der endnu ikke er færdig, gjennem St. Gotthardt; den faar en Længde af over 47,000 Fod, altsaa nær $1^1/_3$ norsk Mil. For Tiden er der meget paa Tale at anlægge en endnu mere storartet Tunnel under Kanalen mellem England og Frankrig; den skulde ligge 400 Fod under Havets Overflade og vilde blive omtrent 4 Mil lang.

Skal man over en mindre dyb Dalsænkning, hvorigjennem der ikke løber en større Elv, bygger man sig Vei over den ved Opfyldning. Især hvor man i Nærheden har en Skjæring, saa at der er let Adgang til Fyld, er det fordelagtigt at gaa frem paa denne Maade. Kommer man derimod til større Dalsænkninger, hvor en saadan Udfyldning vilde kræve altfor meget Materiale, eller man skal over større Elve, bliver man nødsaget til Brobygninger, der ofte kan antage rent kjæmpemæssige Dimensioner.

Man har høist forskjellige Brokonstruktioner efter Materialets og Byggegrundens Beskaffenhed. I et senere Afsnit vil nogle af disse blive kortelig omtalte, og vi vil derfor her blot nævne, at man hyppigst udfører Jernbanebroerne af Murverk eller Jern, da Træbroer hurtigere ødelægges, og Reparationsarbeider naturligvis for Trafikens Skyld saa meget som mulig ved saadanne Veie bør undgaaes.

Naar man har faaet Banens Underbygning istand med det nødvendige Planum ovenfil, skrider man til Overbygningen. Hermed forstaar man Paafyldningen af et 12″—18″ høit Gruslag og Nedlægningen af Skinner. Gruslaget eller Ballasten, som det benævnes, tjener dels til at aflede Vandet fra Banen, dels til at fordele Trykket over en større Flade af Underbygningen, ligesom det ved sin større Elasticitet ogsaa medvirker til, at det hele Banelegeme bliver mere stabilt.

Skinnerne anbringes i Almindelighed paa Sviller eller Sleepers af Træ, der lægges tversover Banelegemet med en Afstand af omtrent 3 Fod, men tættere ved Sammenbindingen af to Skinnelængder. Ved at lægge disse Sviller paatvers istedetfor paalangs opnaar man, at Skinnerne bedre beholder sin rette Afstand og ikke saa let udsættes for at trykkes ulige meget ned i Ballasten. Denne paafyldes næsten helt op til Svillernes Overkant. Mellemrummet mellem Skinnerne eller Sporvidden er forskjellig; ved de allerfleste udenlandske Baner er den 4 Fod $8^1/_2$ Tomme, ved de fleste af vore norske derimod 3 Fod 6 Tommer.

Fig. 135. Skinnernes Gjennemsnit og Befæstelse.

De nu benyttede Skinner er almindelig af to Slags, hvis Gjennemsnit enten er som a eller b, se Fig. 135; den første

kaldes Stolskinnen og befæstes som antydet i Figuren, den anden, der er den hos os benyttede, kaldes Vignolesskinnen og fæstes til Svillerne blot ved lange og stærke Hager, der nedslaaes paa hver Side. Videre forbinder man de enkelte Skinner ved Hjælp af saakaldte Lasker, to tykke Jernplader, der lægges paa hver Side af de gjennemborede Skinner og skrues sammen ved 4 Skruer, som det sees af Fig. 136.

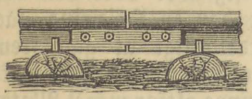

Fig. 136. Skinnernes Sammenføining.

Hvor to eller flere Linier skal skjære hinanden, eller et Sidespor fører ud fra Hovedlinien, maa dette i Regelen ske under en meget spids Vinkel, og man benytter sig da af den i Fig. 137 antydede Anordning af Skinnegangen, forat bringe Toget ind paa den ene eller den anden Linie; man benævner denne Sporskifteindretning gjerne med dens engelske Navn „Points."

a a er Hovedsporet, b b Sidesporet; kommer Toget fra Venstre mod Høire, vil det, som det her er tegnet, fortsætte paa

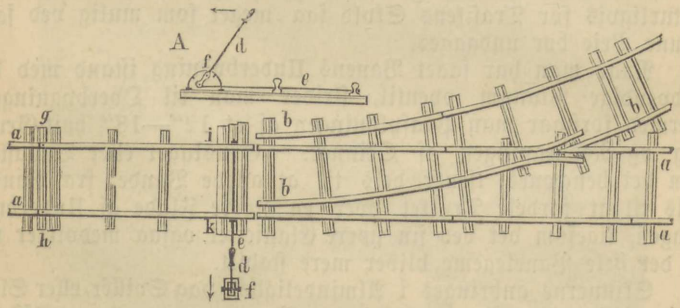

Fig. 137. Pointsindretning.

Hovedsporet. Skal det ind paa Sidesporet, flytter man ved Hjælp af Stangen d de om g og h dreielige Skinnelængder g i og h k hen til dette Spor b b. Denne Bevægelse kan frembringes derved, at de bevægelige Skinner er fast fæstede til en Jernstang e, der i sin anden Ende er forbundet med Stangen d, som kan dreie sig om Tappen f; tydeligere sees dette ved Vertikaltegningen A.

Især ved Hovedstationer, hvor ofte en stor Mængde Spor krydser hinanden i alle Retninger, bliver man nødt til at anvende saakaldte Vendeskiver eller „Turn-tables", der er afbildet i Fig. 138 og 139. Det er en solid med vinkelbøiede Skinner, forsynet Skive, der kan dreie sig om sit Midtpunkt, og som paa Undersiden nær Periferien har flere smaa Hjul, der letter Dreiningen og holder Skiven horizontal. Ved denne Indretning kan

Lokomotivet eller en og en Vogn af Gangen føres ind paa et andet Spor ved at dreie Skiven med Vognen paa et Stykke til den ene eller anden Side.

Materialet for Skinnerne var i den allerførste Tid Støbejern, der imidlertid meget snart veg Pladsen for valtsede Smidejernskinner; nu begynder de langt varigere Staalskinner at blive mere og mere almindelige.

Vognene er efter deres Anvendelse og for de forskjellige Lande af høist forskjellig Konstruktion og Udstyr. Godsvognene er solide, men ganske simple og forsynede med store Døre. Passagervognene er oftest delt i flere Kupéer, hvortil Indgangen enten, som hos os, sker gjennem Dør paa Siden eller ad en i

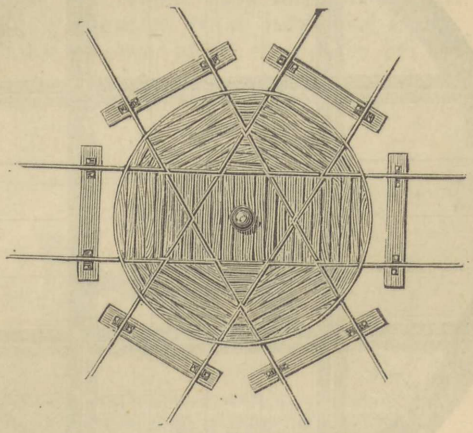

Fig. 138. Vendeskive for 3 Spor.

hver Ende anbragt liden Platform; i sidste Tilfælde er der da en Gang midt igjennem hver Vogn med Siddepladse paa Siderne. Udstyret er meget forskjelligt, og det naar for 1ste Klasses Reisende paa enkelte Baner en høi Grad af Bekvemmelighed, endog Luxus. Paa den store Pacifikbane i Amerika, hvor den Reisende tilbringer flere Døgn paa Jernbanen, har man saaledes særegne Restaurationsvogne, Salonvogne, Sovekupéer m. m. udstyret med megen Elegance. Om Vinteren opvarmes Kupéerne enten ved Damp, ophedet Sand eller Vand i store Beholdere, og om Natten oplyses de ved Lamper eller Gas.

Sikkerhedsforanstaltninger. For at kunne standse et Tog eller hindre det fra at løbe for hurtigt udover Skraaninger, er det ikke tilstrækkeligt at afstænge Dampen fra Cylinderen, saaat Maskinen ikke virker mere. Man maa desuden forsyne saavel Tenderen, som gjerne desuden en eller flere Vogne med særegne Bremseindretninger, hvorved Farten lidt efter lidt stand-

ses. Disse kan være af forskjellig Konstruktion; men alle virker de derved, at et Stykke Træ eller Jern klemmes fast indtil Hjulene, som derved hindres i at glide saa hurtig rundt og derfor nogenlunde snart kommer i Ro. En saadan Bremsekonstruktion er fremstillet i Fig 140. Ved Hjælp af Stangen A sættes man

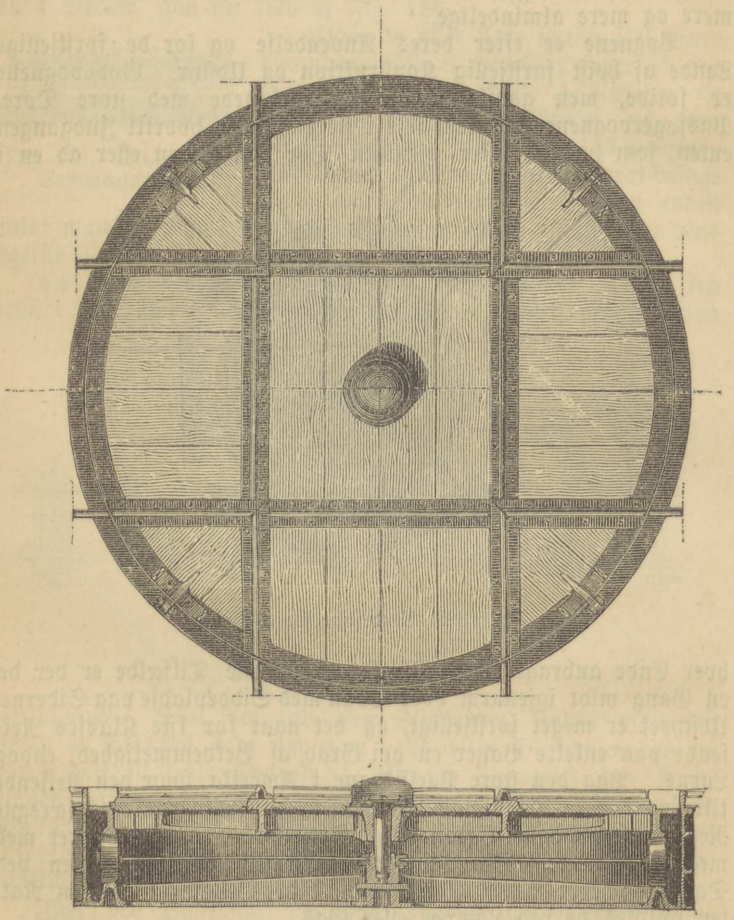

Fig. 139. Vendeskive for to Spor, seet ovenfra og i Gjennemsnit.

i Stand til at trække C til høire, hvorved samtidig D vil trykkes tilvenstre, herved vil da ogsaa de med Træklodse forsynede Plader S og S' trykkes ind mod Hjulkrandserne og ved sin Friktion standse deres Omdreining. Det samme opnaaes ligeledes ved

Omdreining af den ved B anbragte Skive, Hylsen og den dertil fæstede Stang C kan nemlig derved bringes til at bevæge sig til høire, hvorved Hjulene bremses.

For at hindre Ulykkestilfælde ved Sammenstød eller i betimelig Tid underrette et Tog om, at der er en Hindring i Veien, har man forskjellige Foranstaltninger. For det første løber langs enhver Jernbane en Telegraftraad og til hvert Stoppested er ogsaa knyttet en Telegrafstation, saaat man naarsomhelst kan sende Besked til de andre Stoppesteder, om noget er i Veien for Togets Gang. Videre ansætter man med kortere eller længere Mellemrum og altid ved Tunneler, ved de fleste Veiovergange o. s. v. Banevogtere, der stadig maa undersøge sit Banestykke og ved Signal give tilkjende, om alt er i Orden eller ikke. Disse Signaler er af forskjelligt Slag. Enten kan de være saakaldte Semaforer, en paa en høi Stang anbragt

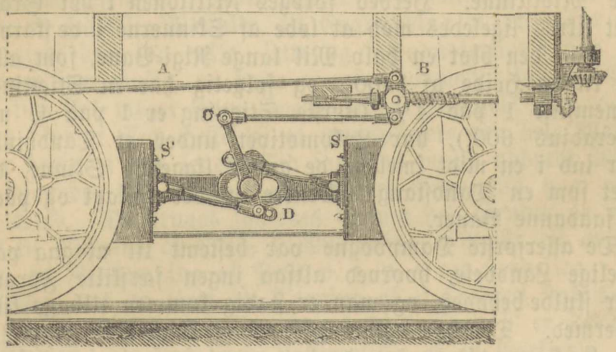

Fig. 140. Bremseindretning.

bevægelig Linial eller større Skive, som ved sin Stilling angiver „klart", „forsigtig" eller „stop"; eller ogsaa angiver forskjelligt farvede Flag, om Natten Lygter, hvormed Banevogteren er forsynet, det samme. Hvidt betyder da „klart", grønt „forsigtig" og rødt „stop".

I den sidste Tid har Ingeniør Brunius i Sverige opfundet en egen Sikkerhedsindretning, der synes aldeles at ville umuliggjøre to Togs Sammenstød og indskrænke Ulykkestilfælderne ved Jernbaner til det mindst mulige, naar blot Togpersonalet selv er paa sin Post og Apparatet i Orden. Ved en egen Indretning kommer Toget af sig selv ved hver Tiendedels Mil i Forbindelse med den ved Siden anbragte Telegrafledning. Ved særdeles sindrige Konstruktioner har han nu opnaaet, at der ved denne Forbindelse ikke alene paa Stationerne angives, paa hvilket Sted Toget befinder sig, og at der fra Stationerne for hver

Tiendedels Mil kan gives Signal til Toget, men at heller ikke to mødende Tog kan nærme sig mere end $^3/_{10}$ Mil uden at blive varslet herom. Denne hans „Raylway protector" vil vistnok faa stor Anvendelse.

Alpebaner og Landveis-Lokomotiver. Tilslut skal vi blot med et Par Ord omtale nogle af de i den senere Tid konstruerede „Alpebaner", hvor man har anvendt særegne Indretninger for at føre Toget frem. Hvad der gjør, at et Lokomotiv ikke kan bevæge sig opover store Stigninger, er den Omstændighed, at Friktionen mellem Hjul og Skinner er for liden. Den gamle Mont Cenis Bane, der gik over Fjeldet, havde paa flere Steder en Stigning af 1 paa 12 og Kurver med en Radius af lige ned til 155 Fod. Man forsynede disse Strækninger med en høiere liggende Midtskinne, og Lokomotivet havde 4 horizontaltliggende Hjul, der med stor Kraft pressedes mod denne Midtskinne. Herved forøges Friktionen i høi Grad, og Toget sikres ligeledes mod at løbe af Skinnerne i de skarpe Kurver. Paa den blot en halv Mil lange Rigi-Bane, som alligevel stiger til en Høide af 3300', og følgelig har en Stigning af i Gjennemsnit 1 paa $4^1/_2$ (største Stigning er 1 paa 4, mindste Kurveradius 600'), har Lokomotivet under et Tandhjul, der griber ind i en midt imellem de andre liggende Skinne, der er formet som en Tandstang. Senere er der anlagt og paatænkt flere saadanne Baner.

De allerførste Dampvogne var bestemt til at gaa paa almindelige Landveie, hvorved altsaa ingen særskilte Foranstaltninger skulde behøves, og man er stadig kommen tilbage til Forsøg hermed. Det har ogsaa lykkedes at konstruere gode Landveis-Lokomotiver, og de har været forsøgte i godtsom alle Lande, saaledes ogsaa en kort Tid i vort Land. Der er imidlertid en hel Del Ulemper ved saaledes at fare paa almindelige Kjøreveie; disse vil ved den store Tyngde let udsættes for at blive ødelagte, de maa derfor være meget faste, men yder alligevel en særdeles stor Modstand, saa man maa have uforholdsmæssig kraftige Maskiner, uden at man dog hidtil har opnaaet nogen synderlig Hurtighed; blandt de mindre Ulemper er ogsaa den, at Hestene først efter længere Tid vænner sig til Synet af disse uvante Konkurrenter. Dette og mere gjør, at de endnu ei har faaet nogen mere udbredt Anvendelse, skjønt det paa den anden Side vistnok synes, som om de maatte have en Fremtid for sig.

XVIII.

Lokomobiler.

Saaledes benævner man nogle mindre Dampmaskiner, der kan flyttes fra Sted til Sted, hvor man har Brug for en Bevægkraft. De konstrueredes først i Amerika og anvendtes mest i Agerbrugets Tjeneste. Man bruger dem saaledes til at drive Tærske- og Hakkelse-Maskiner, til Engvanding m. m. Det gjælder at gjøre dem saa enkle, lette og lethaandterlige i sine Konstruktioner som mulig, og dette er ogsaa opnaaet i saa høi Grad, at der kun skal meget liden Øvelse til at behandle dem, og der behøves blot et Par Heste til at transportere den hele Maskine. De har derfor i den senere Tid faaet en meget udbredt Anvendelse, hvor der ikke er Tale om længere Benyttelse paa et og samme Sted. De bruges saaledes hyppig ved Gruber og andre Steder til Pukning af Sten, til Pumpning af Vand, til at hæve Byrder, til Nedramning af Pæle o. s. v. i det uendelige.

I Fig. 141 er givet en Tegning af et saadant Lokomobils Ydre. Hele Maskinen hviler paa 4 Hjul; ved F er Ildstedet, G er Kjedlen, der som ved Lokomotivet er en Rørkjedle, men med færre Rør, T er Røgkammeret, E Skorstenen, der, for at Maskinen, naar den ikke bruges, skal indtage mindst muligt Rum, er i to Dele, saaat den øverste om en Hængsel kan slaaes ned. Maskinen er altid en Høitryksmaskine for at undgaa de tunge og rumslugende Kondensationsindretninger; A A er den horizontale Cylinder, hvis Stempelstang virker paa Krumtappen m og derved sætter Svinghjulet V i Bevægelse. Om dette lader man nu en Rem gaa og overfører paa denne Maade Kraften til den Maskine, man vil drive. Fødevandet skaffer Kjedlen sig selv gjennem Røret R fra en Bøtte eller en liden Tønde, der holdes fyldt med Vand.

Til Lokomobiler kunde man ogsaa henregne Dampsprøiten, hvor der til Dampmaskinen er føiet en Brandsprøite, som med en særdeles betydelig Kraft udsender en stor Vandstraale og som gjennem Slanger kan suge Vandet til sig paa betydelig Afstand. Nærmere Landveislokomotiver staar Dampruller, der

bruges ved makadamiserede Veie til at trykke dem faste. Man har ogsaa konstrueret nogle rene Legetøi af transportable Dampmaskiner, der ikke er stort større, end at man kan putte dem i

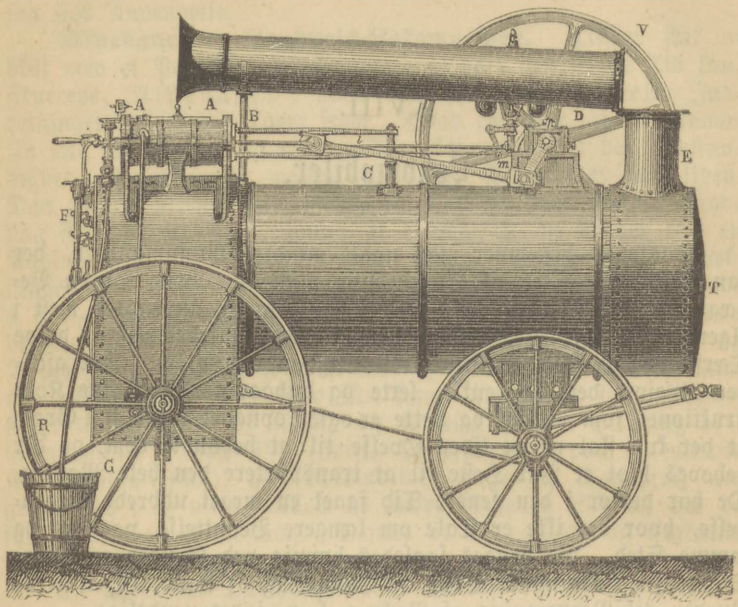

Fig. 141. Lokomobil.

Lommen. De bruges til at drive Symaskiner o. lgn; de ophedes ved en Petroleumslampe eller Gas, og vil med Tiden vistnok komme til at spille en ikke liden Rolle i mangt et Hus og mindre Haandverk.

XIX.

Magneten og Kompasset.

Naturlige og kunstige Magneter. Der findes i Naturen et Mineral, som har faaet Navnet Magnetjernsten; det bestaar af to af Jernets Oxyder (Jernoxyd og Jernoxydul) og er altsaa nogenlunde det samme som almindelig Jernrust. Det er en mørk, brunlig sort eller sort, uanseelig Sten, der imidlertid er særdeles søgt som Jernerts og findes i uhyre Masser paa mangfoldige Steder af Jorden. Saaledes er Norges og Sveriges mest bekjendte Jernmalmer Magnetjernsten. Af og til findes der i denne Klumper, som viser den besynderlige Egenskab, at de tiltrækker Jern og ogsaa nogle andre Metaller som Nikkel og Kobolt; i visse Tilfælde skal der en endog betydelig Kraft til for atter at faa Jernstykket løst fra en saadan Klump. Saadanne Stykker kaldes naturlige Magneter.

Efter et særdeles gammelt Sagn skulde en Hyrde, der gik afsted for at finde et Faar, som havde forvildet sig paa Bjerget Ida, have mærket, at hans jernbeslaaede Støvler og jernskoede Stok hæftede stærkt ved en sort Sten, hvorpaa han havde sat sig for at hvile. Sagnet er vel ikke paalideligt, men dets Alder viser, at Magneten har været kjendt fra gamle Tider af. Det er vist, at Grækerne og Romerne kjendte den naturlige Magnet og beundrede dens Evne til at tiltrække Jern. Derimod havde de ingen Ide om dens vigtigste Egenskab, nemlig at den, naar den overlades til sig selv saaledes, at den frit kan bevæge sig, f. Ex. ved at ophænges i en Traad, altid vil stille sig i en bestemt Retning, at en og samme Ende bestandig vil vende mod Nord. Ved denne sin Egenskab kan Magneten altsaa tjene som Veiviser, og den er derved bleven aldeles uundværlig for Sømanden paa de længere Farvande; ja det er først Kjendskabet hertil, der har formaaet at skabe en udviklet Søfart paa de store Verdenshave. Navnet skriver sig fra den lydiske By Magnesia, i hvis Nærhed fandtes de Gruber, hvorfra man i gamle Dage tog sine naturlige Magneter.

Allerede meget tidligt, i et af de første Aarhundreder efter

Christi Fødsel, har Kineserne anvendt Magneten som Veiviser paa sine Reiser baade tillands og tilvands, medens Kjendskabet til denne Egenskab i Europa først skriver sig fra det 12te Aarh. Man anvendte da den naturlige Magnet enten ophængt i en Traad eller flydende i et Kar med Vand paa et Stykke Træ eller Kork. Sømanden Flavio Gioia fra Amalfi i Italien tilskrives af nogle Opfindelsen af det egentlige Kompas, men andre tillægges ogsaa Æren herfor. Det er sandsynligt, at Europæerne har faaet denne værdifulde Kundskab fra Araberne, der hyppig paa de indiske Haves Kyster kom i Berørelse med de søfarende Kinesere.

Kunstige Magneter. Det er ikke alene den naturlige Magnet, som eier den Evne at tiltrække Jern; man kan ogsaa tildele hærdet Staal den samme Egenskab. Dette sker enten paa den Maade, at man stryger Staalstykket med en naturlig Magnet, eller, naar man alt har skaffet sig en kunstig Magnet, da med denne, eller det kan endelig ske ved Hjælp af Elektricitet, hvorom senere. Et saadant „magnetiseret" Staalstyk eier fuldstændig de samme Egenskaber som en naturlig Magnet, og da det jo er let at give Staalet en hvilkensomhelst Form, anvendes altid saadanne kunstige Staalmagneter i det praktiske Liv. Disse gives enten Form af en Stav med firkantet eller cirkelformigt Gjennemsnit eller ogsaa af en i begge Ender tilspidset Naal, en Magnetstav eller Magnetnaal.

Magnetens Egenskaber. Dypper man en Magnetstav ned i Jernfilspaan og tager den op, efter at have rørt den om deri, saa vil man se, at der bliver hængende en stor Mængde Spaaner ved Staven, og at man endog har vanskeligt for at faa dem fuldstændig strøgen bort igjen af Staven. Man vil tillige se, at Spaanerne vil fæste sig i stor Mængde ved begge Stavens Ender, og at deres Mængde vil aftage indover, saaat der midt paa Staven ikke vil fæste sig det mindste, se Fig. 142. Stavens to Ender a og b kalder man dens Poler, og Midten mellem dens neutrale Bælte. Det samme vil man ogsaa iagttage, om man lægger et Papir over Staven og drysser Spaanerne ud over dette; de vil ordne sig langs med Stavens Kanter og i rigere og rigere Mængde mod dens Ender, medens i Midten godtsom intet vil findes. Man kan altsaa heraf slutte, at den Magneten iboende Kraft, dens Magnetisme, er stærkest ved Polerne og aftager mod Midten, samt at Magnetismen ogsaa virker gjennem et andet Stof (Papiret) og ikke blot ved umiddelbar Berørelse.

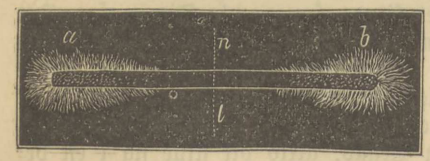

Fig. 142. Magnetstav.

Begge Poler af en Magnetstav eller Magnetnaal forholder sig aldeles ens ligeoverfor Jernfilspaanerne, de tiltrækker disse begge to og lige meget. Alligevel finder der en stor Forskjel Sted mellem de to Polers gjensidige Forhold. Hvis man saaledes, Fig. 143, ophænger en Magnetnaal a b fritsvævende i en tynd Snor, og man derpaa nærmer en anden Magnetnaal A hen til den første, vil man se, at de to Poler a og b forholder sig ganske forskjelligt ligeoverfor Naalen A. Man vil nemlig finde, at den ene Ende f. Ex. b, *tiltrækkes* af A, medens derimod den anden Ende a *frastødes*. Hvis man derpaa vender Naalen A og nærmer dens anden Ende hen mod a b, saa vil den Ende, som i forrige Tilfælde blev tiltrukken, nu frastødes og omvendt.

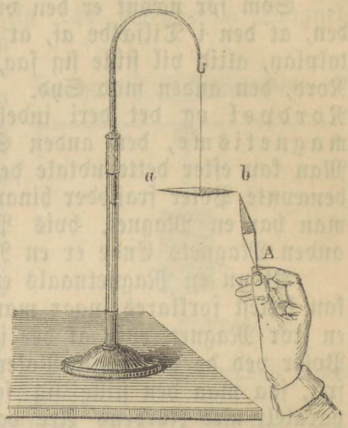

Fig. 143. Magnetnaales gjensidige Forhold.

Man har forklaret dette, som om der i Magnetstaven fandtes to adskilte og forskjellige magnetiske Fluider, der besad den Egenskab, at *de ligeartede Fluider i hver Stav frastøder hinanden, medens de uligeartede tiltrækker hinanden*. Disse to Fluider skulde da være tilstede i Jern og andre Stoffe, men ligelig fordelt gjennem hele Massen og saaledes holde hinanden i Ligevægt. Jernet besidder i høi Grad den Evne at lade de to Fluider skilles; naar derfor en Magnetstav nærmes hen til et Stykke Jern, saa bliver dette ogsaa til en Magnet med adskilte magnetiske Fluider, hvoraf det ene trækkes ud i den ene Ende, det andet støtes hen i den anden Ende af Jernstykket. Hver eneste af de smaa Jernfilspaaner skulde altsaa, ved at en Magnet nærmes til dem, strax selv blive en Magnet, der virker paa en ny Spaan o.s.v.

Det samme er Tilfælde med Staal; men medens i almindeligt Jern, saasnart Magnetnaalen fjernes, de adskilte Fluider atter strax forenes, og Jernet altsaa ophører at være en Magnet, saa besidder Staalstykket den Egenskab, naar først de to Fluider er adskilte, hvad der her kræver større Kraft og længer Tid, saa kan de ikke igjen saa let forene sig, og det vedbliver derfor at være en Magnet.

Paa denne Magnetens Egenskab grunder sig et almindeligt Legetøi, nemlig den magnetiske Fisk eller Svane. Det bestaar af et som en Svane, And eller Fisk formet Stykke tyndt og hult Blik, der altsaa kan svømme paa Vand. Enten er der

i Dyrets Mund anbragt en liden Magnetstav, eller hele Gjenstanden er gjort af Staalblik, som siden er magnetiseret. Naar en anden liden medfølgende Magnetstav nærmes hen til det paa Vandet svømmende Dyr, vil dette enten tiltrækkes eller frastødes, eftersom det er den ene eller anden Ende, man nærmer hen til det.

Som før nævnt er den vigtigste Egenskab hos Magnetnaalen den, at den i Tilfælde af, at den kan svinge frit i et Horizontalplan, altid vil stille sig saa, at en og samme Ende peger mod Nord, den anden mod Syd. Den første benævner man derfor Nordpol og det deri indeholdte magnetiske Fluidum Nordmagnetisme, den anden Sydpol og Sydmagnetisme. Man kan efter dette udtale den førnævnte Sætning saa, at ensbenævnte Poler frastøder hinanden. Man kan altsaa let, naar man har en Magnet, hvis Poler er bekjendte, finde, om en anden Magnets Ende er en Nordpol eller Sydpol.

At nu en Magnetnaals ene Ende stadig vil pege mod Nord, kan letteſt forklares, naar man tænker sig, at hele Jorden var en stor Magnet, eller at der inde i den laa en saadan med sine Poler ved de geografiske Poler. Naar en Magnetnaal ophænges frit, saa maa den stille sig som den magnetiske Kraft fordrer, paralelt med Jordens Axe og med sine Poler til den Kant, hvor Jorden har modsat Magnetisme. Efter dette skulde der altsaa ved Jordens Nordpol være, hvad vi har kaldet Sydmagnetisme, fordi Magnetnaalens Nordpol med sin Nordmagnetisme peger did og omvendt.

Forholdt Jorden sig i det hele som en Magnet, saa skulde der altsaa ogsaa midt imellem dens Poler findes et neutralt Bælte, hvor den magnetiske Tiltrækning var liden eller ingen, og dette har man ogsaa fundet at være Tilfældet omkring Ekvator. Man troede derfor i lang Tid, at der virkelig fandtes en saadan Magnet eller rettere store Magnetjernmasser i Jordens Indre liggende paralelt med dens Axe. Senere er imidlertid denne Opfatning forkastet, og man forklarer nu dette Forhold som elektriske Strømninger i Jordoverfladen, foraarsagede ved dens sukſessive Opvarmning og Afkjøling under den daglige Omdreining.

Kompasset er et især for Sømanden uundværligt Instrument. Før maatte han paa Seiladsen kun rette sig efter Solens og Stjernernes Stilling; men Natten slukker den førstes Lys, og Skyer lægger saa ofte sit ugjennemtrængelige Slør for de sidstes veiledende Blink, han havde derfor paa det vide Hav intet Mærke for sin Vei. Nu har han i sin Kompasnaal en paalidelig Pegepind, der til enhver Tid under alle Forholde angiver ham Skibets Kurs og den Retning, hvori hans Bestemmelsessted ligger. Nu kan han uden Fare begive sig ud paa de lange Verdensfarter. Men ogsaa paa Landjorden er Kompasset

af uberegnelig Nytte; i Ørkenhavet, i de tætte Skove, paa de vide Fjeldmarker og i de mørke Gruber er det ligesaa nødvendigt som paa Havet til at angive Retningen, hvori man skal gaa.

Kompasset er i og for sig intet andet end en Magnetnaal, der er opstillet horizontalt og saaledes, at den frit kan faa svinge om sit Midtpunkt. I Fig 144 betegner a Magnetnaalen med sine to Poler, den ene Halvdel pleier man at lade være blaat anløben, den anden blankpoleret for at skille dem ad. I Naalens Midtpunkt, der maa være saa nøiagtig bestemt, at den fuldstændig balancerer om dette, anbringes i en Messingindfatning en liden fordybet Pande af Agat, a; denne Indretning bruges forat Friktionen for den fine Staalspids, hvorpaa man i denne Pande lader Naalen hvile, skal blive saa liden som mulig, og derved Naalens Bevægelighed blive den størst mulige.

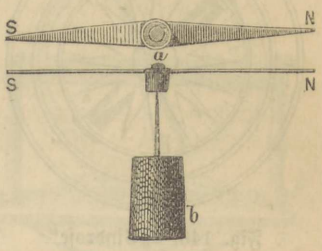

Fig. 144. Kompasnaal.

Ved de paa Landjorden almindelig brugte Kompasser anbringes Naalen paa sit Stativ inde i en Kapsel af Messing eller Kobber (Jern kan ei anvendes, da dette har Indvirkning paa Magnetnaalen) med en Glasskive oventil og forsynet med en inddelt Cirkel eller radiale Linier, hvorover Naalen bevæger sig. Enkelte Instrumenter er forsynede med en Sigteindretning s om paa Fig. 145 angivet ved T T.

Ved Kompasser, som benyttes tilsøs, er det nødvendigt, forat Naalen under Skibets Slingringer alligevel skal holdes horizontal, at Kapselen er ophængt paa en egen Maade. En saadan Indretning efter Cardans Princip er fremstillet i Fig. 145. Selve Kapselen kan dreie sig om to Tapper, der er fæstede til en Ring, som atter kan dreie sig om to andre Tapper, anbragt lodret paa de første.

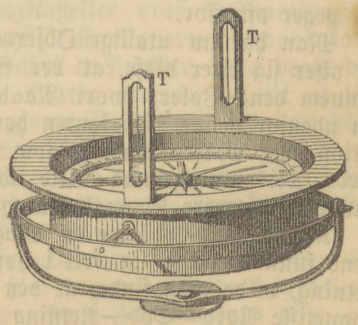

Fig. 145. Kompas med sin Ophængning.

Søkompasser er ogsaa deri forskjellige fra de andre, at den inddelte Skive befæstes fast ovenpaa selve Naalen, saaat hele Skiven følger dennes Omdreining; Naalens Nordende maa da nøiagtig være fæstet ved det Punkt, som paa Skiven bærer

Mærket „Nord". Ved at stille sig bag Kompasset og sigte over Naalens Midtpunkt og Skibets Bauq kan man, naar Kompasset er stillet nøiagtig i Skibets Axe, strax aflæse Kursen; man kan ogsaa anbringe et Mærke udenfor Skiven paa Kompaskapselen, der angiver Axen for Skibet og aflæse dets Stilling i Forhold til dette Mærke.

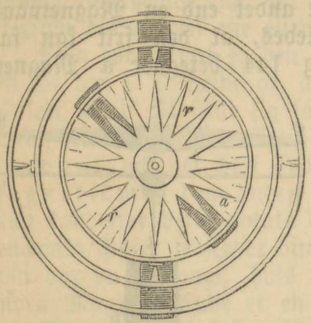

Fig. 146. „Vindrose".

I Almindelighed er Skiven delt i 32 ligestore Dele, der tilsammen danner den saakaldte „Vindrose", Fig. 146, og betegnes med Nord (N), Nord-Nord-Vest (NNV), Nord til Vest (N-V) o. s. v. Til videnskabeligt Brug og ved Grubekompasser er Cirkelen gjerne delt i 360 Grader som almindelig

Magnetnaalens Deklination og Inklination. Kristoffer Kolombus var den første, som 1492 paa sin berømte Reise, hvorved han opdagede Amerika, iagttog og i sin Skibsjournal noterede, at Kompasnaalen ikke viste sandt Nord bestandig. Hidtil havde man troet, at dette overalt var Tilfældet, og at altsaa de geografiske og magnetiske Poler faldt nøiagtig sammen; dette er imidlertid kun faa Steder paa Jorden Tilfældet, i Regelen danner Naalen en større eller mindre Vinkel med Stedets geografiske Meridian. Denne Vinkel kaldes Deklinationen, og den siges at være vestlig, naar Naalens Nordende peger til Vest for det sande Nord, østlig, naar den peger østenfor.

Man har nu utallige Observationer over Deklinationen, og det viser sig efter disse, at der findes en Linie rundt Jorden, gjennem dens Poler, hvori Naalen viser sandt Nord, medens den udenfor denne Linie enten har en østlig eller vestlig Deklination eller Misvisning, som man ogsaa udtrykker sig. Et Steds Misvisning maa altid tages med i Beregningen, naar man vil observere Kompasretninger med Nøiagtighed.

Kunde man ophænge en Magnetnaal saaledes, at den ikke alene kunne bevæge sig frit i horizontal, men ogsaa i vertikal Retning, vilde man finde, at den efter at have stillet sig i den magnetiske Nord—Syd—Retning ikke vilde staa horizontal, men en af dens Ender dyppe ned og altid lige meget, hvor ofte man paa samme Sted foretog Forsøget. Den Vinkel, som Magnetnaalen da danner med Horizontalen, kaldes Inklinationen. Man kan overbevise sig om denne og maale dens Størrelse ved Hjælp af det saakaldte Inklinatorium, fremstillet i Fig. 147. Dette bestaar af en i et Vertikalplan dreielig Magnetnaal med

en inddelt Cirkel; Inklinationsnaalen med sin Gradbue er befæstet til et Stativ, som atter kan dreies i Horizontalplanet, forat Naalen skal kunne indstilles nøiagtig i den magnetiske Meridian.

Det var en Instrumentmager i London, Robert Norman, som i 1576 først opdagede denne Egenskab hos Magnetnaalen. Den er jo forresten ganske naturlig, naar man tænker sig, som før nævnt, Jorden som en Magnet med Sydmagnetisme ved Nordpolen omtrent; den magnetiske Tiltrækning paa Naalen vil da ikke alene bringe denne til at stille sig med sin Nordende pegende nordover, men den maa jo ogsaa søge at drage den nedover i det Tilfælde, at man befinder sig paa den nordlige Halvkugle af Jorden, paa den sydlige vil Forholdet være omvendt.

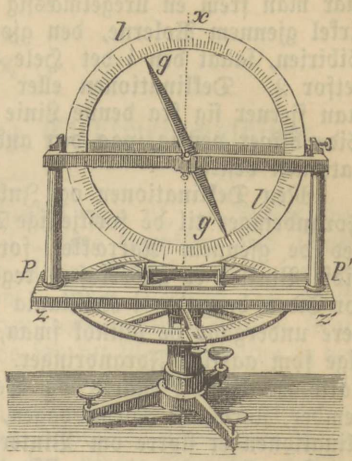

Fig. 147. Inklinatorium.

Inklinationen er ogsaa bestemt for mangfoldige Punkter af Jorden, og man har fundet, at denne omkring Jordens Ekvator er 0, men tiltager, eftersom man fjerner sig fra Ekvator, og at der findes Punkter langt mod Nord og Syd, hvor den har sit Maximum, Naalen stiller sig her fuldkommen vertikal.

Man har efter disse Jagttagelser over Deklinationen og Inklinationen konstrueret magnetiske Karter over Jordoverfladen, idet man med Linier har forbundet de Punkter, hvor begge disse Størrelser er lige. Saadanne Karter kommer da til at ligne den almindelige Inddeling af geografiske Karter med Længde- og Breddegrader, ligesom man giver disse samme Navn som de geografiske. Slige Karter er blandt andre konstrueret af Prof. Hansteen i Kristiania, der har gjort en Mængde magnetiske Bestemmelser og foretaget lange Reiser i dette Øiemed.

De Linier, som saaledes fremkommer, er ikke virkelige Cirkler, men uregelmæssige Linier, som dog nogenlunde følger Cirkellinien. Den magnetiske Ekvator, hvor Inklinationen er 0, danner saaledes en Linie, som paa flere Steder skjærer den geografiske Ekvator, men dog ikke fjerner sig mere end 15° fra denne. De magnetiske Breddegrader (eller isokliniske Linier), hvor Inklinationen er lige stor, har et med den magnetiske Ekuator nogenlunde paralelt Løb.

Fremdeles findes der to Punkter, hvor Inklinationen, som

omtalt, er størst eller 90°, dette er de magnetiske Poler, der ligger ved 70° nordlig og 70° sydlig Bredde, men dog ikke ganske lige overfor hinanden. Her har Deklinationsnaalen ingen bestemt Stilling. Forenes de Punkter, hvor Deklinationen er 0, faar man frem en uregelmæssig krum Linie, ingen virkelig Storcirkel gjennem Polerne, den gjør en stor Bugt paa sig inde i Sibirien, saaat den i det Hele 4 Gange passerer Ekvator, istedetfor 2. Deklinationen eller Misvisningen tiltager, eftersom man fjerner sig fra denne Linie saaledes, at den paa den ene Side bliver vestlig, paa den anden østlig. I Europa er Deklinationen vestlig.

Men Deklinationen og Inklinationen er ogsaa underkastet Forandringer til de forskjellige Tider. Det har saaledes vist sig ved de gjennem Aarrækker foretagne Observationer, at begge disse Vinkler er underkastet regelmæssige Forandringer, De er for Tiden begge to i Kristiania i Aftagende for hvert Aar. Videre undergaar de vistnok smaa, men dog mærkelige saavel daglige som aarlige Forandringer. Saaledes er i Kristiania Inklinationen størst i Marts og September, mindst i Juni og December, størst om Formiddagen, mindst om Eftermiddagen. Deklinationen er større om Vinteren end om Sommeren, mindre om Formiddagen end om Eftermiddagen.

I Forbindelse med Jordskjælv og Nordlys staar ofte særdeles voldsomme Bevægelser hos Magnetnaalen. Nordlysene især sees tydelig at staa i Forbindelse med Jordens Magnetisme, det sees altid ved den magnetiske Nordpol, ligesom der er tilsvarende Lysfænomener ved den magnetiske Sydpol, altsaa ogsaa „Sydlys" som man kunde kalde dem. Man har derfor kaldet Nordlys for et magnetisk Uveir, ligesom Lynet er et elektrisk.

XX.

Rivnings-Elektricitet og Elektricermaskiner.

Allerede i ældgamle Tider kjendte man til, at Ravet, der hentedes paa Østersøens Kyster til alskens Smykker, ved Gnidning fik den Evne at tiltrække lette Smaalegemer for en Stund efter atter at bortstøde dem. Efter Elektron, det græske Navn for Rav, kaldte man siden denne eiendommelige Kraft Elektricitet. Naar Kvinderne, rædde for det blændende Lyn og den rullende Torden, krøb sammen i en Krog, hvem skulde da faaet dem til at tro, at det var den samme Kraft, de her skjælvede for, som den, der laa skjult i den uskyldige, klare, gule Perle, som de bar om sin Hals, og at det videre Studium af Ravperlens Egenskab engang i Tiden skulde lære Mennesket ogsaa at aflede denne Himmelens vældige Kraft, gjøre dette flammende Sværd sløvt og ufarligt.

Lidet anede de græske Kvinder, naar de morede sig med at gnide sine Perler og saa lade dem tiltrække et Haar af sine Lokker, at engang den samme Kraft, om end fremkaldt paa en anden Maade, skulde blive brugt til at fremstille Smykker og Nipsgjenstande, som vilde frydet deres Øine. Og hvad vilde de sagt, om man havde fortalt dem, at den samme Kraft muligens engang vilde afløse de ofende Lamper og gjøre Natten til den klareste Dag. Men underligst af alt utroligt vilde det vel været, om de havde hørt, at de fjerneste Folk ved den samme Kraft engang skulde saaatsige rykkes ind til Høreviddes Afstand, at den, sindrig ledet gjennem en Metaltraad fra den ene til den anden, skulde lade det blive muligt at føre en Samtale fra den ene Side af Jorden til den anden.

Ja, vidunderligt er det i Sandhed, at Studiet af denne vel kjendte Eiendommelighed hos Raven i sin videre Udvikling skulde blive en af de vigtigste Løftestænger for Folkenes Velvære og Civilisation; og dog ved vi nu alle, at dette vidunderlige i den seneste Tid er bleven Sandhed, at den elektriske Telegraf nu med sit Net omspænder den hele Jord, gaar langs Bunden af det dybe Hav, løber over de høie Fjelde for med den utroligste Hurtighed at bringe Bud mellem de fjerneste Egne.

Det var imidlertid først i de senere Aarhundreder, at Videnskabsmændene egentlig begyndte nærmere at studere de elektriske Fænomener. En af dem var den engelske Læge William Gilbert, der i Slutningen af det 16de Aarhundrede ved ivrige Undersøgelser fandt, at en hel Del forskjellige Legemer ved Gnidning blev elektriske. Til at paavise dette anvendte han en paa en spids Naal anbragt meget let liden Stang, der selv ved ganske svag Elektricitet hos det hertil nærmede Legeme bragtes til at svinge. Blandt de Legemer, som han foruden Rav fik elektriske ved Gnidning, var ogsaa Lak og Glas.

Til at paavise Elektricitet kan man ogsaa i Silketraad ophænge en liden let Kugle f. Ex. af Hyldemarv paa et Stativ; et saadant Apparat kaldes en elektrisk Pendel. Man vil da som Gilbert finde, at naar man gnider et af de af ham kaldte elek-

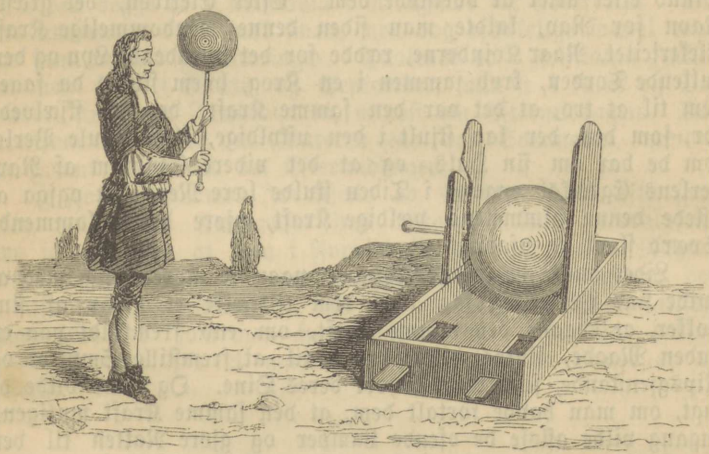

Fig. 148. Guerickes Elektricermaskine.

triske Legemer med Uld, Skind, Silke o. lgn., saa vil Kuglen trækkes hen til Legemet og, naar det har været en Stund i Berørelse dermed, atter stødes bort, — at man ved at nærme f. Ex. Ansigtet til det nævnte Legeme, føler en svag Pirren, hører en egen Gnistren og ser en liden lysende Funke, samt at Elektriciteten atter forsvinder af Legemet, naar man berører alle de nævne Punkter. Videre fandt han, at mange Legemer, som Metaller, Sten, Træ, dyriske Legemer o. s. v. ikke kunde gjøres elektriske paa samme Maade, og han delte derfor Legemerne i elektriske og uelektriske.

Det var imidlertid kun smaa Mængder Elektricitet, man paa denne Maade kunde fremstille, indtil Otto von Guericke

henimod 1650 konstruerede den første Elektricermaskine. Denne bestod, som Fig. 148 viser, af en Kugle, der var støbt af Svovl og forsynet med en Axe, der tillod, at man dreiede den rundt med den ene Haand, medens man ved at lægge den anden Haand paa ved Friktionen mellem denne og Kuglen frembragte Elektricitet paa dennes Overflade. Senere benyttedes Kugler eller Cylindre af Glas, og endnu senere opfandt man de nu brugelige Maskiner med en roterende Glasskive. Om disse kommer vi imidlertid noget længer ude til at tale.

Forsøg med Elektriciteten og Studiet heraf blev nu mere og mere almindeligt, da man havde lært at frembringe noget større Mængder. I 1729 opdagede Englænderen Grey, at det ikke forholdt sig ganske som Gilbert havde ment, at Metallerne og de andre af ham saakaldte uelektriske Legemer virkelig ikke kan meddeles Elektricitet. Hvis man nemlig ikke holder disse Legemer umiddelbart i Haanden, men befæster dem paa et Skaft af Glas, Lak eller et andet af Gilberts elektriske Stoffe, saa kan man ved Rivning ogsaa meddele dem Elektricitet; der er dog den Forskjel, at medens de elektriske Legemer kun faar Elektricitet paa de Steder, der umiddelbart er revne, saa vil de uelektriske Legemer blive elektriske over hele sin Overflade. Grey forklarede dette saa, at ved disse ledes øieblikkelig den dannede Elektricitet til alle Dele af Legemets Overflade, og han kaldte dem derfor Ledere eller Konduktorer; derimod gjør de elektriske Legemer Modstand mod Elektricitetens Fordeling, og han kaldte derfor disse Ikkeledere eller Isolatorer. Grunden til, at man ved at gnide en Leder, der holdtes i Haanden, ingen Elektricitet opdagede, var da let at forstaa. Thi saasnart der ved Gnidningen udvikledes Elektricitet, vilde denne fordele sig over hele Lederen; da endvidere det menneskelige Legeme og Jorden er gode Ledere, saa fordeltes øieblikkelig Elektriciteten ogsaa til denne og blev derfor umærkbar.

I mere indskrænket Forstand forstaaes ved en Konduktor en god Leder ophængt enten i isolerende Traade eller stillet paa isolerende Fødder, f. Ex. af Glas. I Regelen er det en Metalcylinder, man anbringer saaledes. De benyttes til at opsamle Elektriciteten fra Elektricermaskinen; i denne Hensigt behøver man jo blot at sætte dem i Forbindelse med det elektricerede Legeme, dettes Elektricitet vil da ledes over paa Konduktoren. I det følgende vil vi ved en Konduktor forstaa en saadan Indretning.

De bedste Ledere er Metallerne, dernæst Kul, Syrer, Saltopløsninger og Vand; de bedste Isolatorer er Lak, Svovl, Vox, Glas og Diamant. Men mellem disse ligger en hel Del Stoffe, som enten nærmer sig de første eller de sidste. Til at frembringe Elektricitet benytter man mest Lak og Glas, til Ledere Metaller.

Hvis man gnider en Lakstang med en Uldklud og nærmer denne til et elektrisk Pendels Kugle, saa vil denne, efter først at være tiltrukken og have fæstet sig til Lakstangen, strax efter stødes bort. Aldeles ligedan vil det gaa, om man nærmer en revet Glasstav til et andet Pendel. Undersøger man Kuglerne efter, vil man finde, at disse er blevne elektriske, idet en Del af Berøringsfladens Elektricitet er gaaet over paa Kuglen. Den franske Videnskabsmand Dufay opdagede imidlertid, at der alligevel er en stor Forskjel tilstede i de to Tilfælde. Hvis man nemlig, efter med en Lakstang at have berørt Pendelkuglen, uden at berøre Kuglen med Haanden, paany nærmer Lakstangen, vil Pendelet frastødes, medens derimod en med en Uldklud revet Glasstang vil tiltrække Pendelet med endnu større Kraft. Ligesaa vil en Pendelkugle, der er berørt med en Glasstav, som er revet med Uld, siden bortstødes af Glasstaven, men tiltrækkes af Lakstangen. Dufay sluttede heraf, at der gives to Slags Elektricitet, Glaselektricitet og Lakelektricitet, og videre, at samme Sort Elektricitet virker frastødende, forskjellig Sort tiltrækkende. Dette er de to allervigtigste Sætninger i Elektricitetslæren, da herved de fleste af de elektriske Fænomener finder sin Forklaring, og man paa dem har bygget de følgerigeste Slutninger.

Ved at gnide andre Legemer paa samme Maade fandt Dufay, at de samtlige enten forholdt sig som Glas eller som Lak ligeoverfor det elektriske Pendel, der i Forveien var berørt enten af en revet Glasstav eller Lakstang. Medens Gilbert havde tænkt Elektriciteten som et vægtløst Fluidum, der fandtes i Legemerne, saa antog nu Dufay, at alle Legemer besad to forskjellige elektriske Fluider, der under almindelige Omstændigheder var forenede og derved ophævede hinandens Virkning, dannede saakaldt neutralt Fluidum. Ved Gnidning blev imidlertid dette Fluidum adskilt i de to Slags, Glaselektricitet og Lakelektricitet eller, som man senere benævnte dem, positiv og negativ Elektricitet.

Det er imidlertid ikke saa, at alene det revne Legeme bliver elektrisk, det samme er ogsaa Tilfældet med Rivetøiet. For at vise dette maa man fæste Rivetøiet, f. Ex. en Uldklud, til et isolerende Haandtag; man vil da finde, at om det er Glas, man gnider, bliver Kluden negativ elektrisk, medens Glasset bliver positiv elektrisk; er det Lak, man gnider, bliver Kluden derimod positiv elektrisk. Rivetøiet faar altfaa den modsatte Elektricitet af det revne Legeme, ligesom dens Art retter sig efter det Legeme, man river. Gnider man to isolerede Plader mod hinanden, saa faar disse modsat Elektricitet; sætter man dem derpaa saaledes paa hinanden igjen, at samtlige revne Punkter dækker hverandre, saa vil man finde, at Elektriciteten paa begge

ganske forsvinder. Heraf kan man da slutte, at den udviklede positive Elektricitetsmængde paa det ene Legeme nøiagtig er lig den negative Elektricitetsmængde paa det andet.

De to Elektricitetssorter stræber altid efter at forene sig og danne neutralt Fluidum, altsaa bringe Legemerne tilbage i sin naturlige Tilstand. Forbinder man de to Legemer med en god Leder, sker denne Forening hurtig, men adskilles de ved en slet Leder f. Ex. et tørt Luftlag, saa kan denne Forening ikke ske, uden at Legemerne kommer tæt sammen. Men deres Stræben ytrer sig i en Tiltrækningskraft, og det er denne, der gjør, at Pendelets Kugle med Lakelektricitet saa ivrig stræber hen til en elektriceret Glasstav. Ligesaa stærk som denne er imidlertid ogsaa den Kraft, hvormed samme Sorter Elektricitet stræber at fjerne sig fra hinanden.

Hidtil har vi antaget, at den paa en Isolator udviklede Elektricitet overføres til en Konduktor (en isoleret Leder) ved Berøring. Men man kan ogsaa paa en anden Maade gjøre en Konduktor elektrisk. I Fig. 149 er fremstillet en Konduktor. Da Elektriciteten altid paa Lederne kun udbreder sig paa Overfladen (samme Sort Elektricitet virker jo frastødende, og den stræber saaledes altid saa langt ud, som den kan komme), gjør man Konduktoren som en hul Metalcylinder AB. Denne er paa Enderne enten vel afrundet, eller den ender i to Metalkugler. Grunden hertil er den, at Elektriciteten, der altid lidt efter lidt forsvinder, har lettere Adgang hertil, naar der findes skarpe Kanter paa Lederen, medens runde Ender i længere Tid hindrer Elektricitetstab. Metalstangen er befæstet paa en Glasfod C og altsaa isoleret. Paa Enderne af Konduktoren er befæstet de to smaa elektriske Pendelpar p og p', der enten bestaar af to i Silketraad ophængte Hyldemarvskugler eller to smale Strimler af Bladguld.

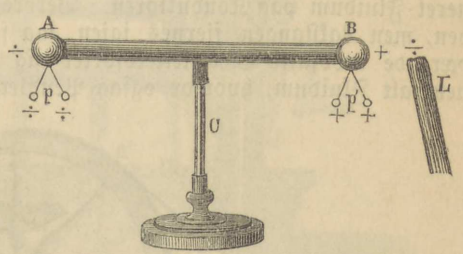

Fig. 149. Konduktor.

Nærmer man til en saadan Konduktors ene Ende en reven Lakstang L, der altsaa er forsynet med negativ Elektricitet, saa vil, naar man kommer nær nok, en Del af Konduktorens neutrale Fluidum dekomponeres, den dannede positive Elektricitet vil trækkes hen til den mod Lakstangen vendende Ende B, medens den negative vil stødes hen til A. De to Pendler i hvert Par vil vige ud fra hinanden, men med forskjellig Elektricitet som Tegnene paa Figuren antyder. Berører man nu A med

Haanden, medens man endnu holder Lakstangen nær til B, saa vil man se, at Pendelen p strax falder sammen, hvilket viser, at den ved A værende Elektricitet nu er afledet gjennem Legemet til Jorden. Tager man saa Haanden bort, vil fremdeles Pendelen p være sammen; men fjernes derefter ogsaa Lakstangen, saa vil de ved p' synke lidt, men de ved p atter stige. Undersøger man nu Konduktoren, vil man finde, at den overalt har positiv Elektricitet, modsat af Lakstangens. Medens altsaa Konduktoren ved Berøring med det elektricerede Legeme faar samme Elektricitetssort som denne, faar den ved den her beskrevne saakaldte Induktion modsat Elektricitet.

At ikke ogsaa den positive Elektricitet ved B gaar bort ved Berøringen af Konduktoren, kommer aabenbart af, at den paa en Maade bindes ved Tiltrækningskraften til den nære Lakstangs negative Elektricitet. Fjernede man derimod Lakstangen, inden man tog Haanden bort, saa blev den positive Elektricitet ved B fri og vilde ogsaa gjennem Haanden ledes bort, og begge Pendelpar synker sammen, da der nu ikke findes mere dekomponeret Fluidum paa Konduktoren. Berøres denne ikke med Haanden, men Lakstangen fjernes igjen, saa forener de ved A og B værende modsatte Elektricitetssorter sig øieblikkelig og danner neutralt Fluidum, hvorfor ogsaa Pendlerne strax synker sammen.

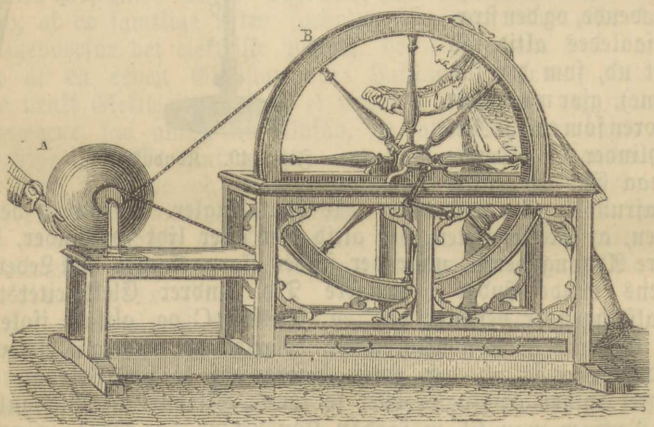

Fig. 150. Nollets Elektricermaskine.

Efter hvad der her er udviklet, vil man let fatte Elektricermaskinernes Princip, og vi gaar derfor over til at beskrive disse.

Elektricermaskiner. Allerede før er Guerickes Elektricermaskine beskreven og afbildet. Englænderen Hawksbee anvendte en Glaskugle istedetfor Svovl; den sattes i Omdreining

ved Hjælp af en Svev. Tydskeren Bose fandt paa at anvende en Konduktor af Jernblik til Opsamling af Elektriciteten; denne blev holdt af en Mand, som stod paa en Harpixkage. Abbé Nollet isolerede denne Konduktor ved at ophænge den i Silketraade, ligesom han lod Maskinen dreies ved en om et Svinghjul gaaende Snor, se Fig. 150. Man havde hidtil til at anbringe den nødvendige Friktion anvendt Hænderne, der lagdes paa Kuglen, men senere fandt man paa at presse et eget Rivetøi ved Hjælp af Fjære mod en Glascylinder, der afløste Kuglen, og Englænderen Wilson forenede Konduktoren umiddelbart med Maskinen og anbragte et med Spidser forsynet Metalstykke til Optagelsen af Elektriciteten fra Glascylinderen.

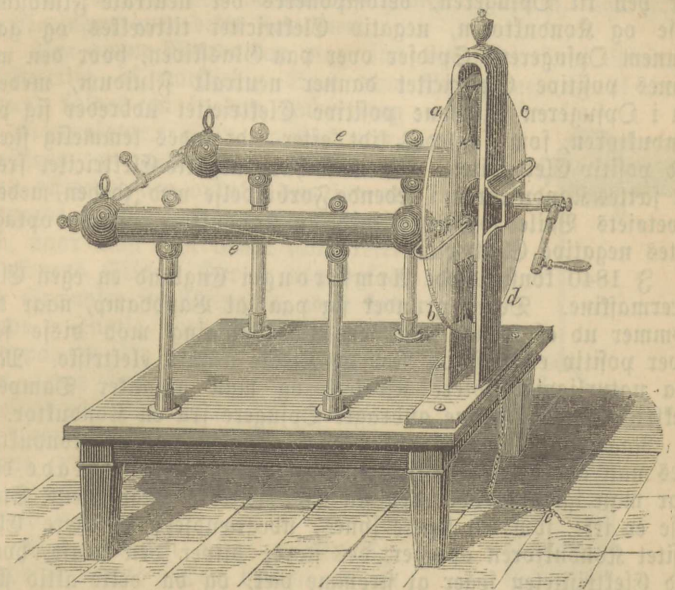

Fig. 151. Nutidens Elektricermaskine.

I 1768 erstattede Englænderen Ramsden Cylinderen med en cirkelformig Glasskive, og denne Maskine er med nogle Forandringer den nu mest brugelige. Den er fremstillet i Fig. 151. I Glasskivens Centrum er befæstet en Axe, der gaar gjennem Metalbøilen abcd og kan dreies rundt ved Sveven m. Paa den indre Side af denne Bøile er oventil og nedentil fæstet 4 Skindpuder, der trykker mod begge Sider af Glasskiven. Disse Puder besmøres med en Blanding af pulveriseret Tin og Zink med Kviksølv og Fedt (Kienmayers Amalgam), og herved frembringes Gnidningen. Fra Rivetøiet

udgaar gjerne et Hylster af ferniseret Silketaft, der omgiver en Del af Skiven for bedre at hindre Elektriciteten fra at undvige af Skiven, ligesom dennes midtre Del gjerne af samme Grund overstryges med Lakfernis. Til de paa isolerede Glasfødder anbragte Konduktorer ee er fæstet de saakaldte Opsugere, der bestaar af Metalstænger, som er bøiede om Glasskiven og paa de mod denne vendende Sider er forsynede med nogle Metalspidser. Alle Hjørner og Ender paa Konduktoren er vel afrundede.

Naar Skiven dreies rundt, vil der paa denne udvikles positiv, paa Rivetøiet negativ Elektricitet; denne sidste, der gaar over paa Axebøilen, ledes ved en til denne fæstet Metalkjæde ned i Jorden. Naar den elektricerede Del af Glasskiven kommer hen til Opsugeren, dekomponeres det neutrale Fluidum i disse og Konduktoren, negativ Elektricitet tiltrækkes og gaar gjennem Opsugerens Spidser over paa Glasskiven, hvor den med dennes positive Elektricitet danner neutralt Fluidum, medens den i Opsugeren friblevne positive Elektricitet udbreder sig paa Konduktoren, som saaledes lidt efter lidt ladesstemmelig stærkt med positiv Elektricitet. Vil man have negativ Elektricitet frem, saa sættes Konduktoren i ledende Forbindelse med Jorden, medens Rivetøiets Bøile forbindes med en Konduktor, som da optager dettes negative Elektricitet.

I 1840 konstruerede Armstrong i England en egen Elektricermaskine. Denne grunder sig paa, at Vanddamp, naar den strømmer ud af trange Rør, ved sin Gnidning mod disse selv bliver positiv elektrisk og Rør og Kjedle negativ elektriske. Man maa naturligvis isolere Kjedlen, og man opsanker Dampens Elektricitet ved i denne anbragte Opsugere fra en Konduktor.

Naar man saaledes opsamler Elektricitet paa en Konduktor, siges man at lade den, ligesom man kalder det at udlade den, naar man igjen berøver den sin Elektricitet. Ladningens Størrelse er ikke, som det kunde synes, ubegrændset; jo mere Elektrisitet Konduktoren optager, des større bliver den Kraft, hvormed Elektrisiteten søger at strømme væk, og da dette altid sker, hvor godt man end isolerer alting, saa stiger Tabet med Spændingen, og naar tilsidst en saadan Høide, at den ved Skivens Omdreining frembragte Mængde Elektricitet ikke er større end den i samme Tid tabte, og fra dette Øieblik af kan altsaa ikke Konduktorens Elektricitetsmængde yderligere forøges. Man faar derfor, selv ved store og gode Maskiner, ikke nogen særdeles stor Mængde Elektricitet opsamlet ved Maskinen alene, derimod opnaar man dette ved Anvendelsen af saakaldte Kondensatorer.

Franklins Tavle og Leydnerflasken er saadanne Kondensationsapparater. Den simpleste er Franklins Tavle; denne er blot en noget tyk Glasskive, som paa begge Sider indtil et Stykke fra Randen er belagt med Tinfolie. Den bestaar altsaa

af to gode Ledere adskilte ved et isolerende Mellemlag. Sætter man nu det ene af Belæggene i Forbindelse med en Elektricermaskines Konduktor, lades dette Belæg med f. Ex. positiv Elektricitet. Denne vil imidlertid strax virke paa det andet Belægs neutrale Fluidum og dekomponere dette, det negative tiltrækkes og det positive leder man bort gjennem Berøring eller ved Hjælp af en ledende Kjede. De paa hver sin Side af Glasskiven værende modsatte Elektricitetssorter stræber at forene sig, men kan ikke gjøre dette paa Grund af det isolerende Mellemlag, derimod vil de holde hinanden bundne, og det bliver derved muligt at overføre mere Elektricitet fra Konduktoren. Denne vil atter binde en ny Mængde modsat Elektricitet paa det andet Belæg o. s. v. Det er den berømte Benjamin Franklin, man skylder Forklaringen over dette Fænomen.

Paa denne Maade kan man faa opsamlet store Mængder Elektricitet af forskjellig Sort paa Belæggene, og af denne Grund kaldes en saadan Indretning en Kondensator. Selv om Elektricermaskinen er ganske svag, indsees, at man alligevel kan ophobe den samme Mængde Elektricitet paa Kondensatoren, naar man blot længe nok dreier Maskinens Skive. Der er dog ogsaa her Grændser for Mængden, man kan binde. Fugtig Luft, som slaar sig ned paa de ikke belagte Dele af Skiven, leder lidt af de modsatte Elektricitetsmængder over til hinanden, og desuden vil Spændingen tilslut kunne blive saa stor, at de forener sig direkte gjennem Glasskiven, som derved sprænges.

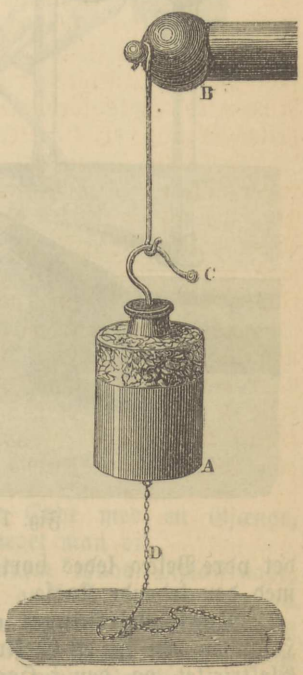

Fig. 152. Leydnerflaske.

Leydnerflasken er et ganske lignende Apparat. Den bestaar af en Glasflaske, der udvendig og indvendig indtil et Stykke nedenfor Halsen har et ledende Belæg. Gjennem Flaskens Kork gaar en Metalstav C, Fig. 152, der staar i ledende Forbindelse med det indre Belæg ved en Kjæde. Istedetfor at belægge den indvendige Side med Tinfolie, kan man ogsaa fylde Flasken med Hagl, Bladguld eller lignende ledende Emner. Ogsaa Bunden belægges paa begge Sider, og man kan derfor blot sætte Flasken paa et Bord forat lede bort den bortstødte Elektricitet fra det ydre Belæg.

Leydnerflasken er hensigtsmæssigere end Franklins Tavle, da den giver et stort Belæg og som Følge deraf større Elektricitetsmængde, uden dog at optage stort Rum.

Man kan ogsaa, for at skaffe endnu større Overflader og disse saa store, som man netop ønsker, forbinde flere Leydnerflasker til et saakaldt elektrisk Batteri, se Fig. 153. Til den Ende stilles i en Kasse med ledende Bund de enkelte Flasker, hvis ydre Belæg derved kommer i Forbindelse med hverandre, ligeledes forenes alle de indre Belæg ved Hjælp af Metalstænger og samles i en Fællesstang C. Den bortstødte Elektricitet paa

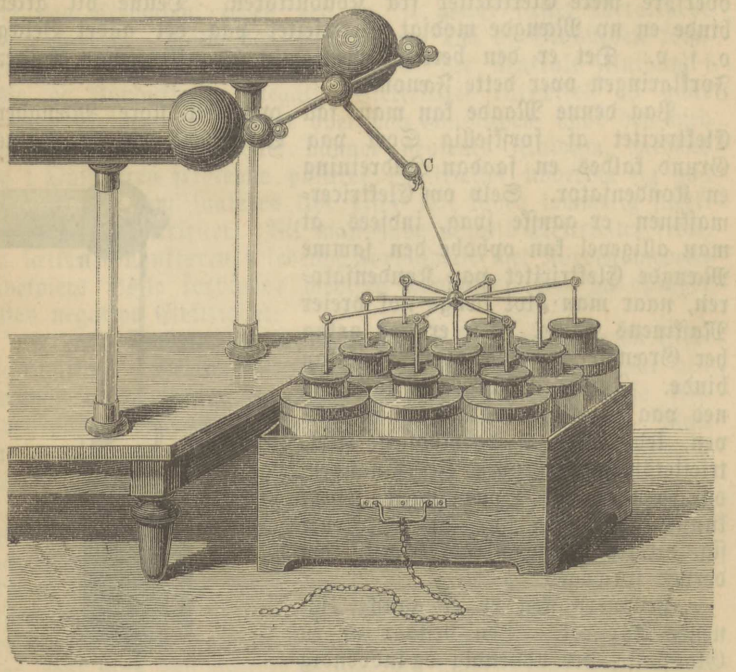

Fig. 153. Elektrisk Batteri.

det ydre Belæg ledes bort ved en Kjæde, der staar i Forbindelse med den ledende Kasse.

Nogle Virkninger af Elektriciteten. Hvis man nærmer Haanden hen til en Elektricermaskines Konduktor, saa vil dennes Elektricitet og den i Haanden inducerede modsatte Elektricitet forene sig og danne neutralt Fluidum, hvorved Konduktorens Elektricitet forsvinder, den udlades, som man siger. Denne Udladning vil, naar der findes noget betydeligere Mængde ske allerede, før Haanden berører Konduktoren, og der vil da springe

en klartlysende Funke over mellem denne og Haanden, samtidig vil man føle et Stik i denne og høre en egen gnistrende Lyd. Hvis man har med endnu større Elektricermaskiner at gjøre f. Ex. en stærkt ladet Leydnerflaske ellet et Batteri, saa vil Udladningen ske med stor Voldsomhed; man føler da et heftigt og smerteligt Ryk eller Stød, ja man kan bedøves og endog dræbes ved en saadan Udladning. Man maa derfor, naar store Elektricitetsmængder behandles, være yderst forsigtig, og Udladningen maa ikke ske gjennem det menneskelige Legeme. Man benytter i saa Tilfælde hertil den i Fig. 154 afbildede saakaldte Henleys Udleder, der bestaar af to Metalstænger, hver forsynet med et

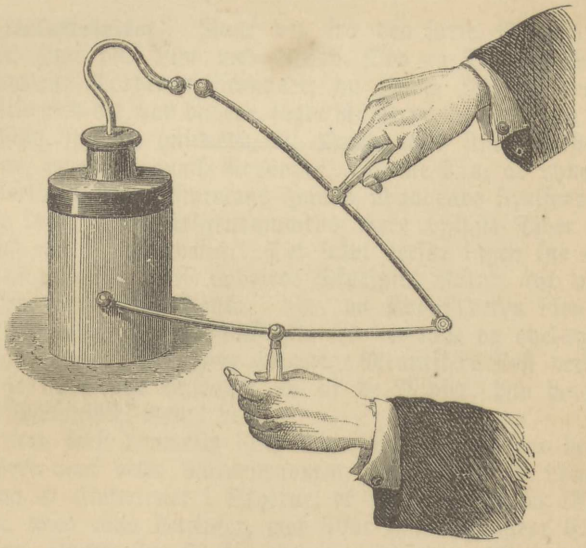

Fig. 154. Udladning af en Leydnerflaske.

Glashaandtag og forenede i den ene Ende med en Gjænge, hvorved de to Grene kan aabnes saameget man vil.

Lader man Udladningen ske gjennem tynde Metaltraade, saa vil disse kunne ophedes saa stærkt, at de gløder, smelter, ja endog fordamper. Man kan ogsaa ved at lade Udladningen ske gjennem letantændelige Stoffe bringe disse i Brand. Lader man den foregaa gjennem Isolatorer, som en tynd Glasskive, saa vil denne, naar Elektricitetsmængden er stor nok, sprænges. Slaar Funken over paa et Staalstykke, bliver dette ofte til en Magnet, medens derimod det omvendte kan blive Tilfældet med et, der i Forveien er en Magnet.

Man kan ved stærke Batterier faa frem Gnister paa flere Fods Længde, og man vil da, eller ved at lade en hel Del mindre stærke Gnister slaa gjennem Luften, mærke den samme eiendommelige Lugt som ved et Lynnedslag, idet nemlig Luften for en Del gaar over i den eiendommelige saakaldte Ozon. Sætter man paa en Elektricermaskines Konduktor en Metalspids, saa vil man se en svag Lysning fra denne, idet Elektriciteten strømmer ud. Denne Lysning vil være straaleformig, om Konduktorens Elektricitet er positiv, men som en kort, lysende Streg, hvis den er negativ. Lader man Udladningen ske gjennem fortyndet Luft, ser man derimod en svag, blafrende Lysning, der minder om Nordlys.

XXI.

Luftelektricitet og Lynafleder.

Luftelektricitet. Naar der fra den sorte, skydækte Himmel skjød Lyn paa Lyn med Brand, Død og Ødelæggelse i sit Følge, medens Tordenen drønnede, da sendte Jupiter sine glødende Pile mod det, han hadede, sagde Romerne, da drog den vrede Thor afsted, saa det gnistrede, til Kamp mod sine Arvefiender, Jøtunerne, mente de gamle Nordboer. Denne Tro, at Lynet var en umiddelbart fra Alstyrerens Haand udgaaende straffende Ild, holdt sig langt ind i Kristendommens mere oplyste Tider og er vel endnu meget almindelig. Det faldt derfor ingen ind nøiere at søge at udforske dette ophøiede Skuespils Natur, det var en unyttig og formastelig Tanke. Ja, da Lynafleder en blev foreslaaet til Forebyggelse af disse Uveirs herjende og ødelæggende Virkninger, hævede sig endog enfoldige Menneskers Røst derimod; det var jo at berøve Vorherre en af de Midler, han havde til at tugte Mennesket, mente de.

At man først temmelig lang Tid efter, at man var begyndt at spekulere over dette Naturfænomen, fandt ud, at Lynet er Udladning af Elektricitet i Skyerne, er imidlertid heller ikke saa underligt, naar man betænker, med hvor smaa Mængder Elektricitet man gjorde sine Forsøg her paa Jorden, Mængder, der var aldeles forsvindende mod de uhyre Masser, som Skyerne tumler med.

Først i det 16de Aarhundrede begyndte der at fremdukke Forklaringer over Lynildens Væsen, men det var besynderlige Meninger, man ofte kom med. Den berømte Descartes troede, at Lynet fremkom ved den uhyre Varme, som afledes, naar Skyerne stødte mod hinanden, og at derved Svovlmasser, Salpeter og andre brændbare Sager, som svævede om i Luften, blev antændte. Tordenen var da Braget, som opstod, naar disse Skymasser stødte sammen. Ligesaa urigtige var de andre Formodninger, indtil Englænderen Wall i 1708 drog Sammenligning mellem Elektricermaskinens Funke og den dræbende Lynstraale, mellem hins svage Knitren og den brølende Torden.

Det samme udtalte ogsaa Grey, Abbé Nollet og Tyskeren Winkler.

Den, der imidlertid paa det bestemteste udtalte, at Lynnedslag ikke var andet end Udladning af Skyernes Elektricitet, og som paa det klareste beviste dette, ja, gik endnu videre og opfandt Lynafleder en, var den berømte Amerikaner Benjamin Franklin, en af forrige Aarhundredes største Mænd. Han fødtes 1706 nær Boston af fattige Forældre. Faderen var Sæbesyder, og Gutten maatte først gaa denne tilhaande i Forretningen. Siden kom han i Lære i et Bogtrykkeri, hvor han benyttede sine Fritimer til nyttig Læsning. Tidlig begyndte

Fig. 155. Benjamin Franklin.

han ogsaa at forsøge sig som Forfatter og skrev meget i et Blad, hans Broder i 1720 begyndte at udgive. Senere begav han sig til England for at indkjøbe det Nødvendige til et Bogtrykkeri, han agtede at anlægge i Filadelfia. I det Blad, han siden udgav, vedblev han at levere forskjellige Afhandlinger og optraadte ogsaa med meget Held som politisk Skribent, ligesom han hvert Aar udgav en om grundige Kundskaber vidnende Almanak. I 40 Aars Alderen begyndte han ogsaa at sysle med Elektricitet, og det med det mest fuldendte Held. Franklin var altsaa ikke nogen Fysiker af Fag, men hans livlige og uhildede Aand, hans klare Forstand, skarpe Jagttagelsesevne og gode Kundskaber gjorde,

at alt, hvad han ogsaa paa dette Felt tog sig til, lykkedes for ham.

Han tildrog sig herved og ved sin ærlige, sandhedskjærlige og retfærdige Tænkemaade sine Medborgeres Opmærksomhed og Agtelse. Han blev Pensylvaniens Udsending til London, da Udsendinge fra Staterne i 1767 her skulde møde i Anledning af Uroligheder i de engelske Kolonier i Amerika, og hans frimodige Tale her skaffede ham Afsættelse fra den Post, han en Tid havde indehavt som General-Postmester i de engelske Besiddelser der. Han sluttede sig nu til Uafhængighedspartiet og drog til Frankrig i 1776, hvor han formaaede Kongen til at anerkjende de nordamerikanske Staters Uafhængighed, og undertegnede i 1783 Fredspræliminærerne med England. I 1790 døde han efter ogsaa ved en nyttig og omfattende Forfattervirksomhed at have beriget sit Land, som for alle hans store Fortjenester ogsaa altid har skattet ham som en af sine ypperste Mænd. Ved Optagelsen i det franske Akademi hilste d'Alembert Lynafladerens Opfinder og Fædrelandsbefrieren med de Ord: „Erupuit coelo fulmen, sceptrumque tyrannis" (Himmelen røved han Lynet og fra Tyrannerne Sceptret).

Benjamin Franklin var det altsaa, der som før nævnt, forklarede Elektricitetens Kondensation ved Leydnerflasken, og som paa det bestemteste erklærede Lynet at være en storartet Udladning af Elektricitet. Disse sine Meninger fremsatte han 1751 i et lidet Skrift, som han kaldte „Breve om Elektriciteten". Da det var en Kjendsgjerning, at Lynet ligesom den elektriske Funke især slog efter ophøiede og spidse Gjenstande og fulgte gode Ledere, saa sluttede han videre, at man maatte kunne beskytte Huse mod dets ødelæggende Virkning ved at forsyne dem med en høi Jernstang, der stod i god ledende Forbindelse med Jorden; men det var først en Del Aar efter, at han praktisk udførte sin Tanke.

Imidlertid spekulerede han paa, hvordan han skulde kunne bevise sin Paastand, at Lynet var en almindelig Elektricitets-Udladning. I denne Hensigt gik han ved et Tordenveir i Sommeren 1752 ud paa en Eng nær Filadelfia med sin Søn. Her lod han opstige en Drage, som var gjort af Silke og hvis Midtstang var forsynet med en Metalspids; det øverste af Snoren var af almindelig Hyssing, det nederste af Silke. Til Enden fæstede han en Nøgel og holdt det hele ved en hertil bunden Silkesnor. Dragen steg høit tilveirs, men han mærkede i Begyndelsen ikke Spor af Elektricitet; først da Snoren par bleven fugtig af Regnet og derved en bedre Leder, lykkedes det ham ved at sætte Fingeren hen til Nøglen at udtrække Gnister af denne. En Lykke var det for ham, at Snoren ikke var mere ledende end Tilfældet her var, da han ellers kunde være kom-

men til at bøde med Livet for sin Kundskab, der nu til hans store Glæde fuldkommen stadfæstede hans forud udtalte Mening.

Omtrent samtidig havde det lykkedes Franskmanden Dalibard at trække Funker fra den nedre Ende af en høi, isoleret Jernstang under et stærkt Tordenveir. Sommeren efter Franklins Forsøg gjorde Franskmanden de Romas nøiagtig det samme; det er dog uvist, om han havde hørt Tale om Franklins Forsøg, eller om han selvstændig var kommen paa den samme Tanke. Han virrede om Snoren en ganske tynd Kobbertraad for at gjøre den mere ledende. Til denne fæstede han en Jerncylinder og ved Hjælp af en Jernstav paa et isolerende Glashaandtag og forbundet med Jorden ved en Lænke lykkedes det ham tilslut at trække Funker paa en hel Fods Længde, efterfulgte af et Smeld som af et Hammerslag paa Jern og ledsagede af den ved Lynnedslag almindelige saakaldte „Svovllugt".

Fig. 156. De Romas Forsøg.

Han anſaa det nu ikke længer klogt at trække Funker ved Hjælp af sin Stang og strax efter slog en vældig Lynstraale fra den i Snoren ophængte Cylinder ned i Jorden med et Smeld som et Pistolskud. Senere lykkedes det ham ved en fritstaaende Leder fra det i Dragens Snor fæstede Jernstykke at trække Funker paa endog 10 Fods Længde og i et Antal af 30 Stykker i Løbet af én Time. De tilstedeværende Tilskuere stod aldeles forfærdede over disse dristige Forsøg.

Hermed var det altsaa paa det klareste godtgjort, at Lynet skyldes Udladning af Skyernes Elektricitet, og de smukke, men vovelige Forsøg blev snart meget almindelige. Man udførte

Fig. 157. Richmanns Død i St. Petersburg.

dem enten ved Hjælp af Drager eller ved høje Jernstænger. Desværre krævede de dog sine Ofre af Menneskeliv, deriblandt Fysikeren Richmann i St. Petersburg. Han havde opreist en høi Jernstang paa sit Hus og herfra ført en isoleret Ledning ind i sit Arbeidsværelse, for her at experimentere med Luftelektriciteten. Under et heftigt Tordenveir kom han ved Uagtsomhed for nær hen til Ledningen og blev rammet i Panden af en Ildkugle saa stor som en knyttet Haand.

Luftelektricitetens Opkomst og Væsen. Ved de Forsøg, man anstillede, paaviste, at Luften ogsaa under almindelige Omstændigheder indeholder Elektricitet, men i smaa Mængder. Hvordan denne dannes, ved man ikke rigtig. Man har troet at iagttage, at ved Saltopløsningers Fordunstning udvikles Elektricitet; den skulde altsaa kunne dannes ved simpel Fordunstning af Havvandet og paa denne Maade meddeles Skyerne. Endvidere har man ment, at den kunde skyldes Vegetationen paa Jordoverfladen. Rimeligvis dannes dog den største Mængde simpelthen ved Gnidningen dels mellem Jordoverfladen og Skyerne, dels mellem disse indbyrdes. I Regelen er Luftelektriciteten positiv, dog findes der ogsaa hyppig negativ Elektricitet. Denne sidste kan dannes, selv om der blot fandtes positiv Elektricitet i Skyerne. Kommer nemlig en saadan Sky henimod en neutral eller svagt elektrisk Sky, vil der ved Induktionen dekomponeres neutralt Fluidum i denne; det negative vil trækkes hen til den ene Side af Skyen, det positive bortstødes til den modsatte Side. Rives nu Skyen tvers over af et Vindstød, saa skiller den sig altsaa i to Skyer med modsat Elektricitet.

Kommer to saadanne, med forskjellig Elektricitet ladede Skyer nær nok til hinanden, saa vil der kunne ske en Udladning gjennem Luften fra den ene til den anden; i saa Tilfælde spiller Lynet høit over Jorden og rammer ikke denne. Ligedan forholder det sig imidlertid ligeoverfor Jorden. Svæver der positiv elektriske Skyer hen langs dennes Overflade, vil dennes neutrale Fluidum dekomponeres, den positive Elektricitet vil bortstødes, medens den negative vil trækkes op mod Skyen og i størst Mængde samle sig i de denne nærmeste Dele, altsaa i den nærmest underliggende Egns høieste Partier. Et af to vil nu kunne indtræde, enten vil den negative Elektricitet her lidt efter lidt strømme over mod Skyen og neutralisere dennes positive Elektricitet, i saa Tilfælde indtræffer intet Lyn. Eller ogsaa vil dette gaa for langsomt, den Masse, der skal neutraliseres, er for stor og for nær, og Foreningen vil da ske pludselig, der vil slaa et Lyn over mellem Skyen og Jorden, og dette vil som oftest ske fra den første til den sidste, formodentlig paa Grund af Skyens større Bevægelighed.

Man kan ved at maale Vinkelen mellem Lynets Endepunkter

og iagttage den midlere Tid, der medgaar, fra man ser Lynet, til man hører Tordenen, omtrentlig beregne Lynets Længde. Lyden behøver nemlig betydelig længer Tid end Lyset til at naa frem til Jagttageren, det sidste vil næsten øieblikkelig sees, medens derimod Lyden gjennemløber ikke fuldt 1100 Fod i Sekundet. Man har paa denne Maade fundet, at Lynene undertiden kan være flere Mil lange. Hertil udfordres saa uhyre Masser af Elektricitet, at man vel heller maa formode, at saa lange Lyn bestaar af en hel Række af kortere Udladninger; hermed vilde da ogsaa dets sikksakformige Linie være forklaret.

Den enhver saadan Udladning ledsagende Torden høres forskjellig, eftersom Uveiret er fjernt eller nær. I sidste Tilfælde høres den som et hurtig paafølgende skarpt Smeld eller Brag, i første er det en langvarig, rullende Lyd. Bragets lange Varighed forklares ogsaa ved Lynstraalens Længde og Lydens forholdsvis langsomme Forplantning. Antager man nemlig, at et Lyn har en Længde af f. Ex. 11,000 Fod, saa vil der for Lyden blot til at gjennemløbe denne Strækning medgaa 10 Sekunder. Da nu Torden fremkaldes under hele Lynets Løb, saa vil i dette Tilfælde Skraldet alene af denne Grund komme til at vare i 10 Sekunder. Men hertil kommer ogsaa Ekkoet. Den forskjellige Styrke hos Tordenen eller dens Rulling skriver sig dels fra Ekkoet, dels fra Sikksakformen, der gjør, at Lynet snart er fjernere, snart nærmere, og følgelig Skraldet ogsaa maa høres mer og mindre stærkt.

Et tredie Tilfælde kan ogsaa indtræde, naar en elektrisk Sky svæver hen over Jorden; nemlig at der ingen Overgang finder Sted af Elektricitet mellem Jorden og Skyen, hverken ved langsom Udstrømning eller ved Lynslag. Skyen kan nemlig drive langsomt bort, og da forener igjen de dekomponerede Fluider i Jorden sig lidt efter lidt umærkeligt; eller Skyen kan blæses hurtig bort eller udlade sin Elektricitet pludselig til en sig hurtigt nærmende modsat elektrisk Sky; i dette Tilfælde vil de to Elektricitetssorter i Jorden hurtig forene sig, og dette kan da ofte ske med endnu mere ødelæggende Virkning end ved selve Lynet. Man benævner dette sidste Tilbageslaget.

Lynet har aldeles de samme Virkninger som den af f. Ex. en Leydnerflaske fremkaldte Funke, men da det er saa mangfoldige Gange stærkere, saa er ogsaa dets Virkninger ganske anderledes store og skrækindjagende, Klippestykker kunne sprænges og smeltes paa Overfladen, Metalstænger smeltes, de tykkeste Mure sønderbrydes, Træ sættes i Brand, Sand smeltes til lange, hule Rør, saakaldte Lynrør, ikke at tale om, at Mennesker og Dyr, der rammes, dræbes. Træffer Lynet imidlertid gode og store Ledere, der hurtig kan føre det ned i Jorden og saaledes give de modsatte Elektricitetssorter let Anledning til Forening,

saa indtræder ikke saadanne ødelæggende Virkninger, man vil da knapt se Spor efter Lynet. Disse Ødelæggelser indtræder nemlig blot da, naar der ydes Lynet Modstand, enten ved at der kommer slette Ledere og Isolatorer paa dets Vei, eller at Ledningen i al Fald ikke er rummelig nok for det. Derfor vil der ogsaa blot i dette Tilfælde udvikles nogen betydelig Varme, Lynet kan saaledes godt følge en paa Træ anbragt god Leder, uden at Træet i mindste Maade engang svides.

Det saakaldte Kornmo er ogsaa Lyn, men som ikke efterfølges af nogen hørlig Torden. Dette skriver sig vel dels fra, at det er saa fjernt, at Tordenen af den Grund ikke kan naa til Øret, eller ogsaa fordi Udladningen sker mellem Skyer, der befinder sig meget høit tilveirs i stærkt fortyndet Luft; i det Tilfælde vil nemlig Lyden have yderst vanskeligt for at forplante sig. Et andet elektrisk Fænomen, som man imidlertid endnu ikke har kunnet tilfulde forklare, er Nordlyset, der efter anstillede Maalninger har sit Hjem i særdeles store Høider over Jorden, endog indtil 20 Mil, har man fundet, altsaa muligvis ofte udenfor Atmosfærens Grændser.

Lynafleder. I det foregaaende er omtalt, at under Tordenveir en voldsom Udladning af Elektricitet ofte forhindres derved, at Jordens af Skyen tiltrukne, modsatte elektriske Fluidum langsomt strømmer ud af opragende Spidser mod Skyen. Ofte kan denne Udstrømning sees som et lidet lysende Blus; det har været kjendt fra de ældste Tider og naturligvis været Gjenstand for mange overtroiske Udlægninger. Man har gamle Beretninger om, at der har brændt Lys paa Hærens Landsespidser, eller at der har sat sig Stjerner paa Mastetopperne, og at man heraf har taget Varsler er jo en Selvfølge. Man kalder en saadan Lysning St. Elms Ild.

Paa denne Omstændighed, der ogsaa iagttages ved Elektricermaskinen, naar dennes Konduktor forsynes med en Spids, var det, at Franklin grundede sin Lynafleder. Ved at anbringe en Spids af Metal, der atter stod i ledende Forbindelse med gode Ledere i Jordoverfladen, mente han ganske rigtig, at mangt et ellers ødelæggende Lyn vilde forhindres. Det er altsaa en fuldkommen feilagtig Mening, at Lynaflederens Hensigt er at tiltrække Lynet, dette vil kun ske, naar Elektriciteten er tilstede i særdeles stor Mængde. Kun i saa Tilfælde er det tillige Lynaflederens Hensigt fortrinsvis at drage Lynet til sig, føre det videre ned i Jorden og derved beskytte de øvrige Dele mod Ødelæggelse.

En Lynafleder bestaar af 3 Hoveddele: den øverste spidse Stang, Ledningen herfra ned til Jorden og dennes Nedsænkning heri.

Stangen udføres almindelig af Jern og har en Længde af

10 til 20 Fod med et fra den nederste til den øverste Ende svagt aftagende cirkelformigt Gjennemsnit. Da Jern meget let ruster, og Jernrust er en slet Leder for Elektricitet, saa maa den beskyttes herimod ved et eller andet Overdrag. For at man ikke ved et muligt Nedslag af Lynet skal udsætte sig for, at Stangen skal smelte, maa den ikke have en mindre Diameter end $^1/_2$ Tomme nedentil. Bedre end at anvende Jern vilde det være

Fig. 158. Lynafleder rammet af et Lyn.

at bruge Kobber eller et ædelt Metal, da disse er bedre Ledere, men Apparatet vilde derved blive kostbarere. For at forøge Ledningen og hindre Oxydation af den øverste Del, bliver denne forgyldt eller belagt med Platina, ligesom man bør gjøre den allerøverste Spids af dette sidste Metal. Bestaar Stangen af flere Stykker, maa disse forbindes saa, at Ledningen bliver fuldstændig, og ikke noget mellemkommende, mindre ledende

Parti findes. En saadan Stang og dens Befæstelse er afbildet i Fig 159.

Ledningen fra Stangen ned til Jorden udføres ogsaa gjerne af Jern med oxydhindrende Belæg. Det bestaar enten af rundt Smedejern med ½ til ¾ Toms Diameter som Stangen eller ogsaa af en Remse af tykke Jernplader. Det er absolut nødvendigt, at denne staar i en fuldkommen ledende Forbindelse med Stangen, og at mulige Skjødninger ogsaa udføres saa, at Ledningsevnen ikke i disse formindskes.

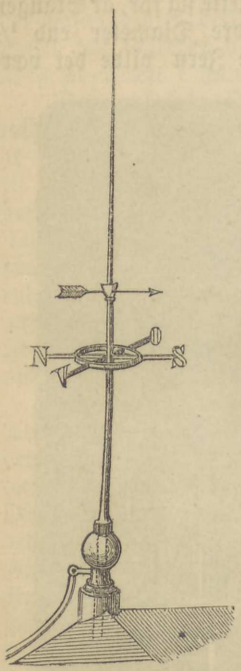

Fig. 159. Lynafleberens øverste Stang.

Endelig kommer vi til Ledningens Nedbringelse i Jorden. Tørt Jordsmon er især paa Grund af den mellemkommende Luft en yderst slet Leder; derfor maa man paa ingen Maade blot grave Ledningstraaden ned heri, man vilde da opnaa det modsatte af, hvad man tilsigter. Derimod er Vand og følgelig ogsaa vandsyge Jordlag eller endnu bedre Kilder og Søer udmærkede Ledere. Man sørger derfor altid for at føre Ledningen hen til saadant Terræn, f. Ex. ned i en Brønd. Da Kul er en god Leder, kan man gjerne udføre den underjordiske Ledning ved at fylde en lukket Grøft med Trækul, føre Metalledningen ind i denne, og ligeledes fortsætte Kulledningen med en Metalstang ned til Vandet. For større Sikkerheds Skyld bør man lade den sidste Del af Ledningen forgrene sig for des lettere at fordele Elektriciteten. Hvordan en Lynafleder i det Hele anbringes sees af hosstaaende Fig. 160.

Lynafleberens Beskyttelse strækker sig kun over et vist Rum, der afhænger af dens øverste Stangs Høide; man regner, at den beskytter fuldkommen en Flade med Radius lig dens dobbelte Længde. Hvor dette ikke er tilstrækkeligt, maa man derfor anbringe flere Lynafledere. Hvis der i en Bygning findes større Masser af Metal i Nærheden af Ledningen, bør disse for Sikkerheds Skyld sættes i ledende Forbindelse med Lynafleberen. Hvis dette ikke er Tilfældet kan man nemlig resikere, at Lynet ved sin Gang gjennem Ledningen foraarsager Induktion af Elektricitet i Metalmassen, hvorved Farer kunne opstaa.

Franklin opstillede den første Lynafleder, der i alt væsentligt lignede den her beskrevne, paa et Hus i Filadelfia i 1760, og

20 Aar efter fandtes Lynafledere paa omtrent en Trediedel af denne Bys Bygninger. Trods den uberegnelige Nytte af hans Opfindelse og den Glæde og Iver, hvormed den hilstes i hans Fødeland, varede det dog endnu længe, inden den fik Indpas i Europa, og endnu er den, som de talrige Ulykker, Tordenveir aarlig foraarsager, noksom viser, altfor lidet udbredt. I England gjorde Nationalhadet, der ikke kunde taale Anerkjendelsen af

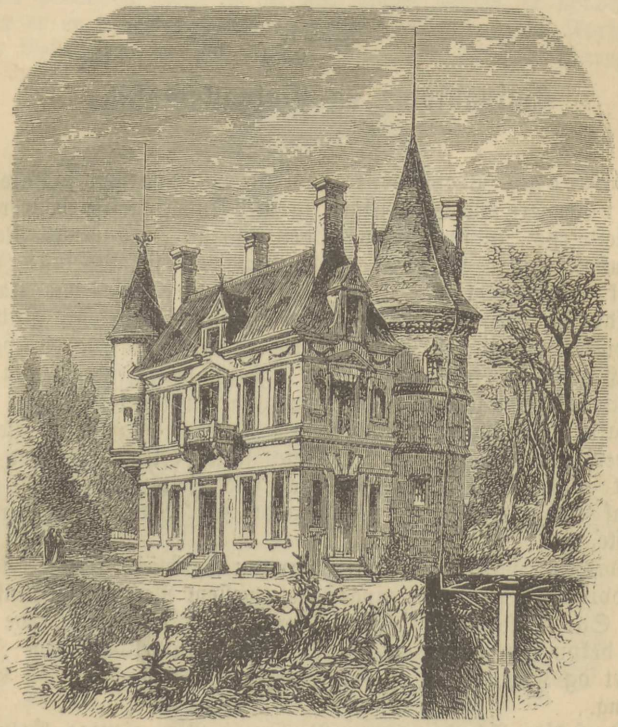

Fig. 160. En Lynafleder.

en Amerikaners og allermindst en Franklins Opfindelses Nytte, at den første Lynafleder ikke opsattes førend i 1788. I Frankrig var paa denne Tid Abbé Nollet et Orakel i alle Sager, der angik Elektricitet; han erklærede sig imod Lynafleder, og denne blev derfor først i 1782 forsøgt i dette Land. Nu gives der vistnok faa større offentlige Bygninger, der ikke er forsynet med flere af disse saa virksomme Beskyttere mod Brand og Ødelæggelse.

XXII.

Galvanisme og Galvanoplastik.

Galvani, Professor i Zoologi og Anatomi i Bologna, havde i længere Tid beskjæftiget sig med Undersøgelser vedrørende Elektricitetens Indflydelse paa den dyriske Organismes Nerve- og Muskelsystem. I 1789 havde han paa sin Balkons Jernrækverk ophængt et Par friske Frøskelaar. Disse var flaaede og skildt fra Kroppen saaledes, at Laarnærverne var blottede, og i disse var nu ved Hjælp af en Kobbertraad Laarene hængt op. Han bemærkede imidlertid ingensomhelst Indvirkning, før pludselig Vinden bragte de blottede Laarmuskler i Berøring med Jernstakittet, da skede en Rykning i Laarene, og dette gjentog sig hver Gang en saadan Berøring fandt Sted. Hermed var Stødet givet til Opdagelsen af en Elektricitetskilde, der siden blev af den største Betydning baade for Videnskaben og det praktiske Liv.

Galvani mente, at dette var en Virkning af Elektricitet, der udvikledes paa Berøringsstedet mellem Nerven og Musklen, og at Sammendragning af Musklerne foregik, hvergang de saaledes dekomponerede modsatte elektriske Fluider gjennem Jernstakittet og Kobbertraaden som Ledere fik Anledning til Gjenforening.

Professor Alessandro Volta i Pisa gjentog Galvanis Forsøg, men han fandt ud, at det, for at nogen Indvirkning skulde ske, var nødvendigt, at der var 2 forskjellige Metaller i ledende Forbindelse med hverandre tilstede, som i Fig. 162, hvor Laarmusklerne og Nerverne forbindes ved to forskjelligartede Metaltraade, og sluttede deraf, at Elektricitetsudviklingen ikke skyldtes nogen Del af Frosken, men derimod Berøringsstedet mellem de to Metaller, og at Frøskelaarene blot havde tjent som Ledere. Der udspandt sig i den Anledning en Strid mellem de to Professorer; Volta vedblev sin Mening, og det lykkedes ham virkelig at paavise, at der udvikledes Elektricitet, om end i ringe Mængde, naar et Tversnit af en Muskel eller Nerve

berører et Længdesnit deraf, saafremt der ikke er hengaaet længere Tid siden Dyret døde. Større Exempler paa Udviklingen af dyrisk Elektricitet har man ogsaa ved enkelte Ale- og Rokkearter, der har et eget elektrisk Apparat, hvis Udladning tjener dem som Forsvarsvaaben.

Men paa den anden Side lykkedes det ogsaa Volta at bevise, at der udvikles Elektricitet, naar to forskjellige Metaller berører hinanden, uden at det paa nogen Maade er nødvendigt, at der er en dyrisk Legemsdel med i Spillet. Hans Forsøg og deres Resultater er det ogsaa, som blev af saa uberegnelig

Fig. 161. Alessandro Volta.

Nytte, om end hans Mening med Hensyn til Maaden for Elektricitetens Udvikling har undergaaet nogen Forandring siden.

Til Paavisning af ganske smaa Mængder Elektricitet havde Volta før opfundet et eget saakaldet Elektroskop, da i saadanne Tilfælde det føromtalte elektriske Pendel ikke er følsomt nok. Voltas Elektroskop bestaar af en Glasflaske hvis Bund er af Metal, og gjennem hvis Hals gaar en isoleret Metalstav med en Metalkugle oventil og to smaa Halmstraa nedentil.

Disse vil selv ved meget smaa Elektricitetsmængder skydes ud fra hinanden, og naar man først har ladet dem med en Sort Elektricitet, vil man ogsaa ved Nærmelsen af et elektrisk Legeme kunne slutte sig til dettes Elektricitetssort af, om Straaene hæve sig mere eller falde noget sammen. Dette Apparat kan især gjøres følsomt ved at anvende Kondensationsprincipet paa det. Det sker derved, at man istedetfor Metalkuglen anbringer en med Fernis bestrøgen Plade og ovenpaa denne en anden Plade ogsaa bestrøgen med Fernis og forsynet med et isolerende Haandtag. Fernissen virker i dette Tilfælde som Glasset ved Leydnerflasken. I Stedet for Halmstraa bruges nu mest to Strimler af Guldblad.

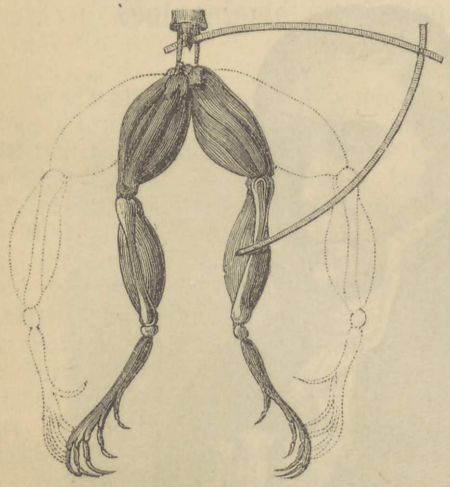

Fig. 162. Galvanis Experiment.

Uden at kunne indlade os paa alle de Forsøg, Volta udførte, skal vi blot antyde, at det var ved at gjøre Elektroskopets Skiver af forskjellige Metaller og at forbinde den øverste og underste Plade med en Traad eller Strimmel af et af de to anvendte Metaller, at han opnaaede sine vigtige Resultater. Han erklærede, støttet til disse Undersøgelser, at der paa Berøringsstedet mellem to Metaller opstaar en saakaldt elektromotorisk Kraft, der dekomponerer Metallernes neutrale Fluidum og driver positiv Elektricitet over paa det ene Metal, negativ over paa det andet, samt at, naar de samme to Metaller anvendes, bliver det ene altid positivt, det andet negativt; er de saaledes Zink og Kobber, bliver altid den første positiv, den sidste negativ elektrisk. Derimod kan nok f. Ex. Kobberet faa modsat Elektricitet, hvis det ikke bringes i Forbindelse med Zink, men derimod med et andet Metal. Han opstillede derfor en egen, saakaldet Spændingsrække, hvori hvert Legeme i Forbindelse med det foranstaaende bliver negativ, i Forbindelse med det bagenfor staaende positiv elektrisk. De vigtigste Led i denne Række er: Zink, Bly, Tin, Jern, Kobber, Sølv, Guld og Kul. Heraf sees, at Zink i Forbindelse med hvilkensomhelst af de andre Stoffe bliver positiv elektrisk, Kul altid negativ elektrisk. Derimod vil Jern i

Forbindelse med Bly blive negativt, med Sølv blive positivt o. s. v. Endvidere er det med denne Række saa, at jo fjernere to Metaller i den staar hinanden, des større Mængder af modsat Elektricitet udvikles der, des større siges den elektriske Spænding at blive, deraf Rækkens Navn. Ved Anvendelsen af Zink og Kobber dekomponeres altsaa mere neutralt Fluidum end ved Zink og Jern, men allermest ved Zink og Kul.

Voltasøilen. Volta fandt ogsaa, at der udvikles Elektricitet ved Berøringen mellem Væsker og Metaller, men at Mængden deraf var saa ubetydelig, at han satte den ud af Betragtning. De var derimod gode Ledere, og dette bragte ham paa den Tanke at konstruere den efter ham opkaldte, bekjendte Voltasøile, se Fig. 163. Denne bestaar af en hel Del lige store, cirkelformige Skiver af Kobber og Zink samt desuden en hel Del ligedannede Stykker Tøi. Disse sidste fugtes enten med Vand eller bedre med en fortyndet Syre. Man stabler nu op paa et isoleret Underlag af Glas og mellem Glassøiler en hel Række af disse Dele saaledes, at der over en Zinkplade stadig kommer en Kobberplade, eller omvendt over en Kobberplade altid en Zinkplade og mellem hvert af disse saakaldte Pladepar et fugtigt Tøistykke. Paa hosstaaende Tegning har man saaledes underst en Kobberplade, saa en Zinkplade, en fugtig Lap, Kobber, Zink o.s.v. indtil den øverste Plade, der er en Zinkplade.

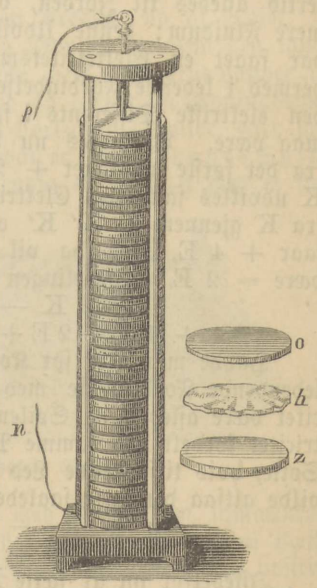

Fig. 163. Voltasøilen.

I hvert af Pladeparrene dekomponeres efter Voltas Mening paa Berøringsfladerne mellem de to Metaller neutralt Fluidum, positiv Elektricitet paa Zinken, negativ paa Kobberet. Den Kraft, der udretter dette, kalder man den elektromotoriske Kraft, og denne gjør ogsaa, at de adskilte Fluider ikke igjen kan forene sig gjennem Berøringsfladerne; den virker altsaa ogsaa som et isolerende Mellemlag, der ikke alene udvikler de modsatte Elektriciteter, men binder dem ogsaa paa en vis Maade.

Mængderne af den udviklede Elektricitet afhænger af Overfladernes Størrelse og de to Metallers elektriske Natur. Kalder man Mængden af den paa hver Plade udviklede Elektricitet E

(denne maa, naar alle Pladepar er ligestore ogsaa være ligestor overalt), saa udvikles altsaa paa hver Zinkplade en Elektricitetsmængde E, paa hver Kobberplade ÷ E; Forskjellen mellem disse, der altsaa bliver + E ÷ (÷ E) = 2 E, kaldes den elektriske Differents, og der finder det eiendommelige Forhold Sted ved denne Udviklingsmaade, at denne Differents ved hvert Pladepar absolut maa være = 2 E. Tager man nu to Zinkplader Z og Z′ og to Kobberplader K og K′ og danner heraf to Pladepar med en mellemkommende fugtig Leder L, samt sluttelig sætter K′ i ledende Forbindelse med Jorden, faar man frem en saadan Søile:

Z — K — L — Z′ — K′ ⌒

Her vil nu mellem Z′ og K′ dekomponeres neutralt elektrisk Fluidum, Z′ vil faa + E og K′ ÷ E, denne sidste vil imidlertid afledes til Jorden, og der maa følgelig dekomponeres mere Fluidum; denne Udvikling vedvarer, indtil ikke alene Z′ har faaet en Elektricitetsmængde = + 2 E, men ogsaa de hermed i ledende Forbindelse staaende L og K. Nu er altsaa den elektriske Differents i første Pladepar = 2 E, som den maa være. Betragtes nu det andet Pladepar, saa har her K fra det første modtaget + 2 E, følgelig maa der mellem Z og K udvikles saamegen Elektricitet (den negative gaar ogsaa her fra K gjennem L, Z,′ K′ og Metaltraaden til Jorden) at Z faar + 4 E, først da vil ogsaa her den elektriske Differents være = 2 E. Fordelingen bliver altsaa saaledes:

Z — K — L — Z′ — K ⌒

+ 4 E + 2 E + 2 E + 2 E 0

Havde man ikke sat Kobberpladen K′, men Zinkpladen Z i ledendende Forbindelse med Jorden, vilde den positive Elektricitet være afledet, og Søilen havde blot indeholdt negativ Elektricitet fordelt paa samme Maade. Danner man sig en saadan Søile, hvis tilsvarende Led vi vil betegne med smaa Bogstaver, vilde altsaa denne se saaledes ud:

⌒ z — k — L — z′ — k′

0 ÷ 2 E ÷ 2 E ÷ 2 E ÷ 4 E

Istedetfor nu at sætte K′ og z i ledende Forbindelse med Jorden, kan man jo naturligvis lade disse her udviklede ligestore negative og positive Elektricitetsmængder forene sig til neutralt Fluidum enten ved at forbinde de to ledende Traade eller simplere ved at sætte Søilerne ovenpaa hinanden saaledes, at K′ kommer til at slutte sig til z, men adskilt ved en fugtig Leder; man faar da frem en Voltasøile af følgende Udseende:

Z - K - L - Z′ - K′ - L - z - k - L - z′ - k′

+ 4E + 2E + 2E + 2E 0 0 0 ÷ 2E ÷ 2E ÷ 2E ÷ 4E

Havde man taget to Pladepar til, vilde Spændingen i Endeleddene være bleven 6 E o. s. v. Man ser altsaa, at i en

Voltasøile er Elektricitetens Spænding i Midten = 0, den tiltager mod Enderne, hvor den er proportional med Pladeparrenes Antal

Forener man nu de to Ender af Søilen med en Metaltraad, saa vil de modsatte Elektricitetsmængder her forene sig i denne til neutralt Fluidum; men den elektromotoriske Kraft bliver da strax virksom og erstatter øieblikkelig den afledede Elektricitet, som følgelig stadig i ligestor Mængde strømmer gjennem Traaden. Man taler derfor om den elektriske Strøm, og man er kommen overens om at kalde den Retning Strømretningen, hvori den positive Elektricitet gaar; den gaar altsaa her i Traaden fra den positive Pol, som den med positiv Elektricitet ladede Ende benævnes, til den negative Pol, medens den i selve Søilen gaar fra den sidste til den første.

Pladernes Anbringelse efter Voltas System er ikke heldig, fordi ved Søilens Vægt Fugtigheden presses ud af Tøiet, og der saaledes dels opstaar en skadelig Ledning gjennem den langs Søilens Yderside fremtrængende Væske, dels de nederste Lapper lidt efter lidt ganske mister sin Fugtighed og derved sin Ledningsevne. Man har af denne Grund indrettet horizontale Søiler, eller saakaldte Trougapparater. En saadan er Cruikshanks Søile, Fig. 164. I en Kasse, der indvendig er forsynet med et slet-

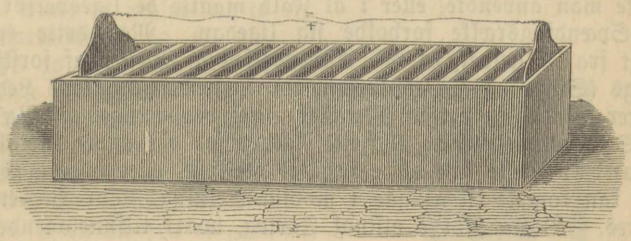

Fig. 164. Cruikshanks Søile.

ledende Belæg, indkittes i Bunden med Mellemrum sammenloddede Kobber- og Zinkplader. I Mellemrummene fyldes en Væske, der altsaa erstatter Tøistykkerne. Søilen ender paa den positive Side i en enkelt Kobberplade, paa den negative i en Zinkplade. Forenes disse nu udenfor Kassen ved en Zink- eller Kobbertraad, danner ogsaa disse sidste enkelte Plader tilsammen et Pladepar, og Strømmen gaar ogsaa her i Karret fra Zinkpladerne gjennem Væsken til Kobberpladerne. Ved Munks Søile fæstedes Pladerne i et Træstykke og sattes saaledes ned i den ikke afdelte og med Væske fyldte Kasse.

Senere opgav man igjen denne Anordning og konstruerede de saakaldte sammensatte Søiler. Ved disse bruges ikke et eneste Kar, men en hel Del Krukker af Glas eller Porcelæn,

og i hver af disse kommer der blot en Kobber- og en Zinkplade. Man bliver derved sat istand til at indrette Søilen efter det Behov, man netop har, idet man kan føie sammen saa mange eller faa af disse saakaldte Elementer, som man vil; en Forbindelse af flere Elementer kaldes et Batteri. Bruges blot et Element, forbinder man naturligvis de to Plader ved en Metaltraad, og de danner saaledes et Pladepar; bruges derimod flere Elementer, saa forbindes Kobberpladen i det første med Zinkpladen i det næste, dettes Kobberplade igjen med Zinkpladen i det tredie o. s. v.; sluttelig forenes det sidste Elements Kobberplade ved Ledningstraaden med det førstes Zinkplade. Ogsaa her gaar Strømmen fra Zinkpladen gjennem Væsken til Kobberet.

Volta mente, at der kun udvikledes Elektricitet paa Berøringsfladerne mellem de to Metaller, ikke paa disses Berøring med Væsker. Dette sidste har dog vist sig at være Tilfælde, saaledes vil Vand i Berøring med Metallerne blive positiv, disse negativ elektriske. Undertiden kan en saadan Strøm endog i Styrke overgaa de, som Volta havde fundet opstod ved Metallers Berøring. Man er derfor kommen til den Anskuelse, at den elektromotoriske Kraft alene er virksom paa Berøringsfladerne mellem Metaller og enten Væsker eller Gasarter. Hvis Væskerne, som Volta mente, blot skulde være Ledere, saa maatte det være ligegyldigt, hvadslags Væske man anvendte, eller i al Fald maatte de ligeoverfor Voltas Spændingsrække forholde sig ligedan. Men dette er saa langt fra Tilfældet, at ved Anvendelsen af Væsker af forskjelligt Slags (Syrer og Saltopløsninger) Spændingsrækkens Led forandrer Plads, at altsaa Metaller, som ved Brugen af Væske af en Sort bliver positiv elektrisk ligeoverfor det andet Metal, ved en anden Væske kan blive negativ elektrisk, eller følgelig Strømmen kan komme til at gaa i modsat Retning, naar Væsken forandres. Volta gjorde vistnok Forsøg, hvori tilsyneladende blot Metaller kom i Berøring, men da disse altid tiltrækker lidt Fugtighed og fortætter Gasarter paa sin Overflade, uden at det er muligt paa mekanisk Vei at skaffe dem bort, saa kan man altsaa paastaa, at der ogsaa i disse Tilfælde har været Berøringer mellem Væsker og Metaller tilstede.

Er dette saa, bliver den elektriske Differents mellem Metallerne, som Volta sagde, i Virkeligheden Resultatet af de to elektriske Differentser, som fremkommer paa Berøringsfladen mellem Væsken og de to Metaller. Forøvrigt bliver Forholdet, som før udviklet, idet der blot, efter hans Betragtningsmaade, sloges to Elektricitetskilder sammen til en, der er Samvirkningen af de to. Vi skal snart se, at den elektriske Strøm fremkalder kemiske Forandringer hos den Væske, hvorigjennem den gaar, og da nu Væskens Natur spiller en saa særdeles vigtig Rolle, saa indser man, hvordan en Strøms Styrke lidt efter lidt kan af-

tage, ja, at der endog vil kunne opstaa Modstrømninger, der tilslut kan blive de fremherskende og derved altsaa vende Strømmen om. Forat undgaa disse skadelige Virkninger har man konstrueret de saakaldte konstante Elementer.

Den elektriske Strøms kemiske Virkninger. Førend vi beskriver konstante Elementer, maa vi kortelig omtale den elektriske Strøms kemiske Virkninger. Medens det ved Elektricermaskinen tager lang Tid, inden man efter en Udladning atter har fremskaffet en større Elektricitetsmængde, saa frembringes ved galvanisk Elektricitet øieblikkelig det saaledes tabte, og derved bliver den i en vis Tid frembragte Mængde heraf betydelig større end ved Elektricermaskinen, skjønt Spændingen i sidste Tilfælde i Regelen vil kunne faaes større. I flere Henseender, men navnlig i kemisk, virker derfor en galvanisk Strøm langt kraftigere end Rivningselektricitet.

Allerede i 1800 gjorde Englænderne Nicholson og Carlisle den betydningsfulde Opdagelse, at man ved Strømmen fra en Voltasøile kunde adskille Vandet i dets to Bestanddele, Surstofgas og Vandstofgas. De kom hertil ved at fylde et Glasrør med Vand, lukke for Enderne med Korke, hvorigjennem de stak Poltraaderne af Voltasøilen. Nu indretter man sig ved dette Forsøg som i Fig. 165 vist. I et med Vand fyldt Glas, i hvis Bund er indsmeltet to Platinatraade f og f', anbringes to Glasrør, der i Forveien er fyldte med Vand, med den aabne Ende over hver sin Platinatraad. Sættes nu den ene af disse Traade, her ved f, i Forbindelse med den positive Poltraad fra et galvanisk Batteri, den anden f' med den negative, saa vil man strax se, at der ved hver Traad begynder at stige Gasblærer tilveirs i Rørene A og B og samle sig ved disses øvre, lukkede Ende, hvor de vil presse Vandet ned. I B vil der danne sig dobbelt saa megen Gas som i A. Ved at undersøge disse Gasarter vil man finde, at B indeholder Vandstofgas, A Surstofgas og det netop i de Rumforholde, hvori de findes i Vand, nemlig dobbelt saa meget af den første som af den sidste.

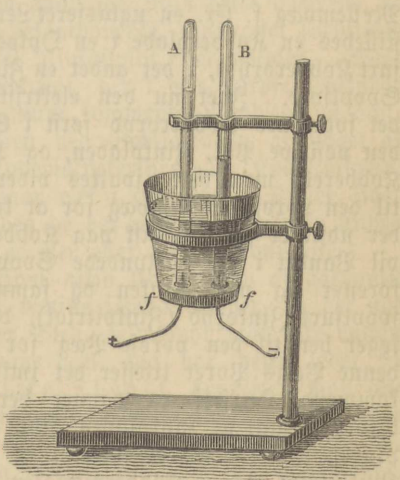

Fig. 165. Vandets Dekomposition ved elektrisk Strøm.

Paa lignende Vis forholder imidlertid ogsaa de andre kemiske Forbindelser sig, og de Forsøg, som man nu saa ivrig begyndte at anstille med den galvaniske Strøm, har været af den mest uberegnelige Nytte, idet man trygt kan sige, at det er Resultaterne af dem, der har skabt den moderne Kemi. Størst Fortjeneste i denne Retning har Englænderen Humprey Davy havt. Han viste nemlig i 1807, at de saakaldte Alkalier og Jordarter, som man hidtil havde anseet som enkelte Stoffe, var Forbindelser af Surstof med et eller andet Metal; han fandt derved flere nye saadanne, om hvilke man før ingen Anelse havde havt. Af hans Undersøgelse fremgik saaledes, at Lerjord er en Forbindelse af Surstof med Aluminium, Kalk med Kalcium, Talk med Magnesium, Kvarts med Silicium, at Soda indeholder Natrium og Potaske Kalium, altsammen nye Metaller og Opdagelser af den allerstørste Betydning.

Konstante Elementer. Paa de kemiske Omvandlinger er det altsaa, at de konstante Elementers Indretning er begrundet, idet man ved Valget og Anordningen af Væskerne og Metallerne har stræbt at hindre Forandringerne i de oprindelige Forholde. Saadanne konstrueredes først af Englænderen Daniell i 1836 og Grove 1839. Vi vil betragte det første lidt nøiere, da vi derved tillige faar Anledning til at beskrive en saadan kemisk Proces.

Daniell afdelte hvert ElementsKar i to Dele ved en porøs Mellemvæg f. Ex. en uglasseret Lerplade; i det ene af Rummene stilledes en Kobberplade i en Opløsning af Kobbervitriol (svovlsurt Kobberoxyd), i det andet en Zinkplade i med Vand fortyndet Svovlsyre. Idet nu den elektriske Strøm begynder, saa deles det svovlsure Kobberoxyd først i Svovlsyre, der søger hen til den positive Pol, Zinkpladen, og Kobberoxyd, der forbliver ved Kobberet; men dette spaltes videre i Surstof, der trænger hen til den porøse Mellemvæg for at komme til Zinken, og Kobber, der udskiller sig metallisk paa Kobberpladen. I det andet Rum vil Vandet i den fortyndede Svovlsyre spaltes i Surstof, som forener sig med Zinken og sammen med Svovlsyren danner svovlsurt Zinkoxyd (Zinkvitriol), der opløses, og Vandstof, der søger hen til den porøse Væg for at komme til Kobberet. I denne Vægs Porer træffer det imidlertid paa det fra Kobberet kommende Surstof og danner herved atter Vand. Resultatet bliver altsaa, at Zinkpladen lidt efter lidt opbruges, Kobberpladen derimod bliver tykkere, at der danner sig en Del opløst Zinkvitriol, og at Kobbervitriolen forbruges; for at der alligevel altid skal være meget af den sidste tilstede, lægges ned i Væsken en Del Krystaller af Kobbervitriol, der opløses efterhvert.

Groves Element skiller sig fra dette kun deri, at han istedetfor Kobber i Kobbervitriol anvender Platina i stærk Salpetersyre.

Bunsens Element bestaar af de i Fig. 166 fremstillede 4 Dele, en ydre Krukke af Porcelæn eller Glas a, hvori haves fortyndet Svovlsyre, og indeni hvilken sættes en til en Cylinder oprullet Zinkplade b, hvortil er loddet en Kobberremse c. Indeni denne sættes en med Bund forsynet Cylinder af uglasseret og altsaa porøst Ler d, hvori haves Salpetersyre. Indeni denne igjen stilles en Cylinder af Kul e, der fremstilles af Kokes fra Gasverkerne. Man pulveriserer denne, blander den med Stenkulspulver og Sirup, til man faar en Deig; heraf formes Cylinderen, som derpaa brændes haard. Man befæster til denne en Kobberremse ved en i Kulstykket anbragt Skive af Kobber. Paa Kulstykket udvikles den negative, paa Zinken den positive Elektricitet, der herfra begiver sig gjennem Væsken og det porøse Lerkar til Kullet, der altsaa kommer til at danne den positive Pol, medens Zinkpladen bliver den negative.

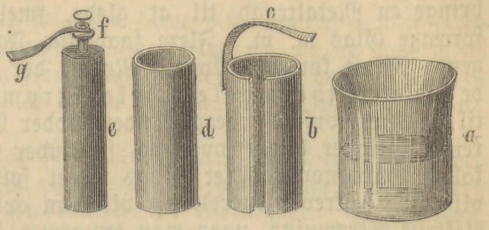

Fig. 166. Bunsens Element.

De kemiske Processer, som gaar for sig i dette Element, er følgende: Svovlsyrens Vand dekomponeres, Surstoffet forbinder sig med Zink og Svovlsyre til Zinkvitriol, der opløses. Salpetersyren berøves en Del Surstof, der i den porøse Cylinder træffer paa det fra det ydre Rum kommende Vandstof og danner Vand, medens Salpetersyren ved Bortføringen af noget af dens Surstof gaar over til Undersalpetersyre eller Kvælstofoxyd, det første opløses, det sidste gaar væk i Gasform. Kullet lider selv ingen Forandring. Foruden de her nævnte Elementer findes ogsaa en hel Del andre, der er mer eller mindre konstante.

Da, som det sees, godtsom altid Udviklingen af galvanisk Elektricitet er forbunden med kemiske Omvandlinger, og det nok kan tænkes, at saadanne finder Sted, selv hvor man ikke endnu har været i Stand til at opdage dem, saa har dette ledet til den saakaldte elektro-kemiske Theori, hvorefter man antager, at Udviklingen af Elektricitet mellem Væske og Metaller skyldes de kemiske Processer. Da der videre ved disse altid udvikles eller bindes Varme, og specielt ved alle Dekompositioner, der er Strømmens hovedsageligste Virkning, ofte en stor Del Varme udvikles, saa er man gaaet videre og har ment, at den elektromotoriske Kraft ikke er andet end Varme, der optræder paa en særegen Maade. Ligesaavel som Varmen ved f. Ex. en Dampmaskine kan forvandles til mekanisk Arbeide, saa kan den

ogsaa under særegne Omstændigheder forvandles til Elektricitet, og det saameget mere som man atter kan forvandle Elektricitet til mekanisk Arbeide eller Varme. Begge Dele har vi allerede seet i det foregaaende, hvor man ved Hjælp af Elektricitet kunde bringe en Metaltraad til at gløde, smelte og fordampe eller sprænge Glas m. m. Flere saadanne Fænomener vil i de følgende Afsnit komme tilsyne. Noget, der ogsaa taler herfor, er de saakaldte thermoelektriske Strømme. Hvis man f. Ex. til en Antimonstavs begge Ender lodder Enderne af en Kobberremse, klipper denne over og forbinder Enderne med et saakaldet Galvanometer (et Slags meget følsomt Elektroskop, som vil blive beskrevet senere), saa vil man opdage, at dette viser en elektrisk Strømning, naar man opvarmer det ene af Lodstederne mellem Antimonet og Kobberet, og at denne Strøm vil vedvare, saalænge det ene Lodsted er varmere end det andet. Strømmens Retning er fra Kobberet gjennem det opvarmede Lodsted til Antimonet. Det samme gjælder med alle andre Metaller, ved Sammenlodning af to forskjellige og Opvarmning af det ene Lodsted, vil der opstaa svagere eller stærkere elektriske Strømme, der altsaa blot frembringes ved Varmeforandringer. Ogsaa ved Elektricermaskinen udvikles der ved Rivningen Varme, saaat det synes ikke urimeligt, at ogsaa her en Del af den udviklede Varme er forvandlet til Elektricitet. Paa denne Maade vilde altsaa ogsaa Berøringselektricitet, Rivningselektricitet og Thermoelektricitet, der i alle sine Virkninger er de samme, ogsaa kunne henføres til den samme Aarsag, hvad der unegtelig taler meget for Theoriens Rigtighed.

Andre Virkninger af den galvaniske Strøm. Inden vi gaar over til Beskrivelsen af Galvanoplastikken vil vi med nogle Ord omtale en Del andre Virkninger af den galvaniske Strøm. Disse er hovedsagelig ganske de samme som ved Rivningselektricitet, kun optræder de tildels med enkelte Modifikationer, foraarsagede ved den stadige Elektricitetsudvikling, som man paa galvanisk Vei opnaar. Forenes de to Poltraade ved et galvanisk Batteri med en tynd Metaltraad, vil denne ophedes, komme i Glød, smelte og fordampe, naar Strømmen er stærk. Man kan paa denne Maade udvikle en saa uhyre Varme, at de mest tungsmeltelige Metaller bliver flydende og de fleste fordamper.

Men denne Indretning, der altsaa er en stærk Varmekilde, er ogsaa en Kilde for Lysudvikling. Dersom man lader de to Poltraade f. Ex. ende i hver sin Kulspids, og man nærmer disse til hinanden, vil de modsatte Elektricitetsarter forene sig gjennem Luften; men man vil ikke her, som ved Udladningen af en Leydnerflaske faa blot en Funke; paa Grund af den stadige Strøm vil man derimod her erholde en sammenhængende, stærkt lysende Stribe (elektrisk Lys). Denne stærke Lysning skriver sig

fra, at der ved Elektricitetens Overgang rives med Kulpartikler af den ene Kulspids, og at disse ved den uhyre Varme bliver hvidglødende. Vi vil under Afsnittet om kunstig Belysning nærmere omtale dette.

Ligeledes vil i det følgende blive vist, hvorledes den elektriske Strøm har magnetiske Virkninger, og at man igjen ved Hjælp af disse kan frembringe et temmelig betydeligt mekanisk Arbeide, og at det er herpaa, den elektriske Telegrafindretning beror.

Det var ved et Par friske Frøskelaars Muskelkontraktioner, at den galvaniske Strøm opdagedes; vi har altsaa allerede heri seet en af Strømmens fysiologiske Virkninger. Lader man Poltraadene ende i Plader og disse anbringes paa hver sin Side af Tungen, kjender man en eiendommelig Smag; anbringes de ved hver sin Tinding ser man en Lysning; sættes den ene Poltraad i Forbindelse med en Muskel og den anden med dennes Nerve, saa sker som ved Frøskelaarene en Muskelkontraktion. Virkningen er stærkest, hver Gang Strømmen sluttes (Poltraadene forbindes) og aabnes (Forbindelsen ophæves). Man kan paa denne Maade, naar Døden først nylig er indtraadt, faa frem Muskelbevægelser, som om Legemet endnu var ilive, og Lægevidenskaben har derfor benyttet sig heraf til at kalde Druknede tillive igjen og til Helbredelse af flere Sygdomme.

Galvanoplastik. Denne for mange Grene af Tekniken saa særdeles betydningsfulde Opfindelse skyldes, som før sagt, den galvaniske Strøms kemiske Dekompositioner. I 1830 lagdes der første Gang Mærke til, at der ved et Element, hvori ved den negative Pol befinder sig Kobbervitriol, udfældes metallisk Kobber som et Belæg paa denne Polplade eller Poltraad. Dette ledede Jacobi i Petersburg til i 1836 at opfinde Galvanoplastiken, der ikke bestaar i andet end en saadan Udfældning af et eller andet Metalbelæg paa en Form saaledes, at denne igjen kan fjernes, og det udfældte Metal faaes som et Aftryk deraf. I andre Tilfælde ønsker man ikke at opnaa dette, men derimod at belægge en eller anden Gjenstand med et Overdrag af et andet, sædvanlig ædelt Metal; dette udføres paa samme Maade.

Et ganske simpelt galvanisk Apparat kan man let faa paa den Maade, at man danner sig et Daniells Element. I et vidt Glas fyldes Kobbervitriolopløsning og nedsænkes en Kobberplade, hvortil er loddet en Kobbertraad. Over Glasset anbringer man en Træskive, hvori er udskaaret en Aabning for et andet, mindre Glas, hvis Bund er erstattet ved et paabundet Stykke Blære, eller ogsaa bruges istedetfor dette Glas et uglasseret Lerkar. I dette haves fortyndet Svovlsyre og som positiv Pol et Stykke Zink, der ved en Kobbertraad kan sættes i For-

bindelse med den negative Poltraad. Paa Kobberpladen anbringes den Form, hvoraf man vil have et Aftryk.

Ved større Gjenstande og ved fabrikmæssige Fremstillinger indretter man sig som vist i Fig. 167. Fra et galvanisk Element (f. Ex. et Bunsensk) eller fra et Batteri af flere saadanne, fører man saavel den positive som den negative Poltraad ned i et Kar, hvori befinder sig en Kobbervitriolopløsning, og hvori ogsaa anbringes en Del Kobbervitriol i fast Form for at erstatte det udfældte, hvis det er Kobber, man vil udfælde, og den negative Poltraad sættes i ledende Forbindelse med Formen. Man vil paa denne Maade, naar Strømmen ikke er for voldsom, faa et omvendt (negativt) Billede af denne, der viser dens mindste Detailler, de fineste Linier aldeles skarpt og tydeligt.

Formen selv kan frembringes paa forskjellig Maade. Ofte gjør man denne paa samme Maade, idet man af Gjenstanden, som man vil have en Kopi af, først tager et galvanoplastisk

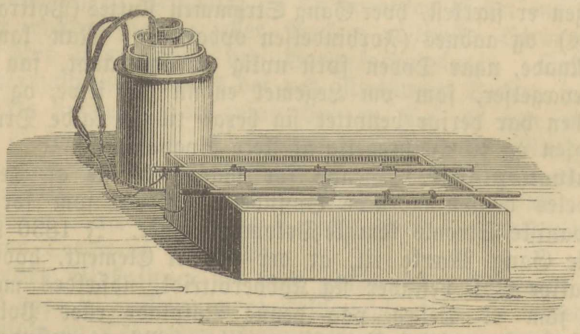

Fig. 167. Galvanoplastisk Apparat.

Aftryk i Kobber og siden i denne igjen paa samme Vis udfælder et omvendt Billede, der altsaa bliver ligedannet med eller positivt i Forhold til Gjenstanden. Anvender man saadanne Metalformer, der i og for sig er ledende, behøver man blot at bestryge disse med et ganske tyndt Lag Olie eller lidt fintpulveriseret Grafit (Blyant), forat ikke det udfældte Metal skal sætte sig fast i Formen. Denne Fremgangsmaade benyttes, naar man vil tage Kopier af Kobberstikplader eller Træsnit, Former til Bogtrykkertyper etc.

Ved andre Gjenstande derimod skaffer man sig gjerne billigere og letvindtere Former enten af Ler, Gips, Vox, Stearin, Træ o. lgn. Allerbedst anvender man dog Guttaperka hertil; dette Stof besidder den Egenskab, at det, naar det anbringes i varmt Vand, bliver særdeles mygt, og derfor ved Pres mod den Gjenstand, hvoraf man vil skaffe sig en Afstøbning, trænger

ind i dennes fineste Fordybninger og derved skaffer den allerfortræffeligste Form, naar det atter ved Afkjøling haardner og kan tages fra. Da imidlertid ingen af disse her nævnte Materialier i sig selv er ledende, saa vilde man ikke heller faa noget Metal udfældt paa dem uden ved at give dem et ledende Overdrag. Hertil kan man enten benytte fint pulveriseret Grafit eller Broncepulver, der paastryges ganske tyndt med en Pensel.

Det er ikke alene Kobber, som man paa denne Maade udfælder, og hvorved man altsaa kan skaffe sig et Billede af ganske tyndt Metal, man kan behandle alle Metaller ligedan; naar

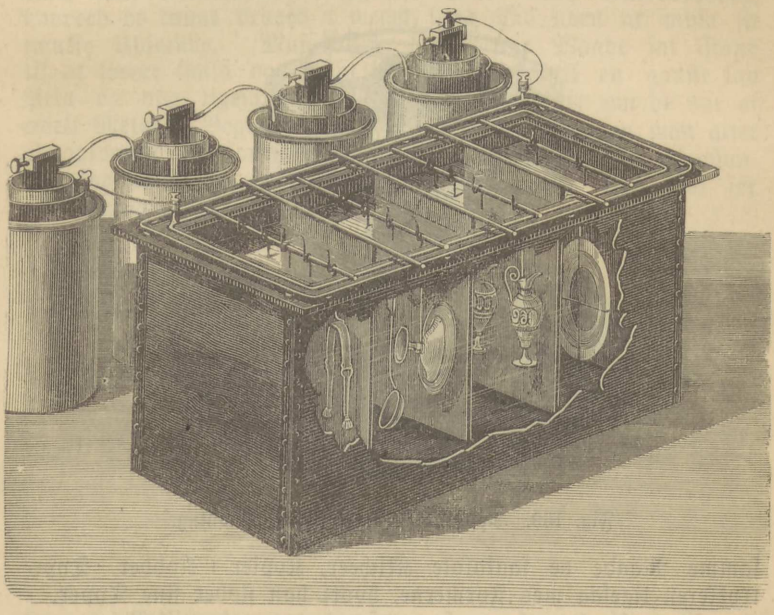

Fig. 168. Stort Apparat til galvanisk Forgyldning.

man kun lader Poltraadene ende i en kemisk Opløsning af Metallet, vil dette udskille sig ved den negative Pol. Man fremstiller paa denne Maade en hel Mængde hule Guld- og Sølvarbeider. Ja man kan endog frembringe Legeringer paa samme Maade, som Messing, Bronce o. s. v., og man forfærdiger heraf alskens Gjenstande, Nipssager, Statuetter, ja endog større Statuer. Den galvanoplastiske Afbildning er dog især til Mangfoldiggjørelsen af Kobberstikplader, Træsnit og for Typografien af den allerstørste Betydning. Da man ikke kan tage mere end omtrent 800 gode Billeder af et Kobberstik, indser man, hvor sær-

deles heldigt det er, at man ved Galvanoplastiken kan skaffe sig saamange aldeles lige Plader, man vil. Kobberstikkeren bruger denne Kunst imidlertid ikke alene i dette Øiemed, han skaffer sig ogsaa paa denne Maade selve den Plade, hvori han skal gravere. Denne Plade maa være fuldkommen plan og ganske glatpoleret, hvad der paa mekanisk Vis kræver stor Omhyggelighed og meget Arbeide, saa at slige Plader bliver temmelig kostbare. Man fremstiller dem derfor ofte saa, at man ad kemisk Vei belægger en glatsleben Glasplade med et tyndt Sølvbelæg og paa dette igjen galvanisk udfælder Kobberpladen, som herved vil erholde den forønskede Overflade. Af Træsnit danner man sig paa

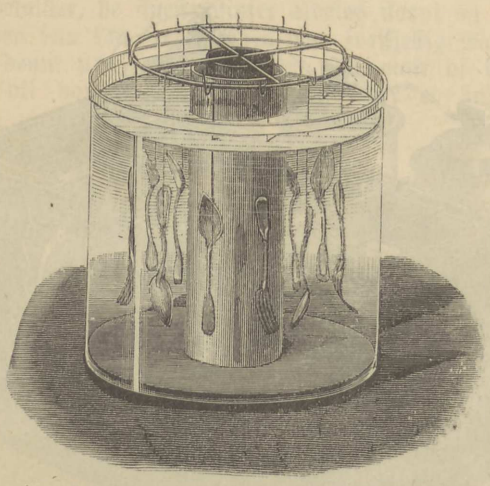

Fig. 169. Apparat til galvanisk Forsølvning.

samme Maade de saakaldte Klicheer, Kopier i Kobber, Typetrykkeren ligesaa med Formerne, hvori han støber sine Typer.

Metalbelæg kan ogsaa udføres paa galvanisk Vei; meget hyppig forekommer saaledes saakaldet galvaniseret Jerntraad, Spiger m. m. Det er Metaller, der let udsættes for at oxyderes i Luften, og som man derfor skaffer et ganske tyndt Overdrag af et andet Metal, hvormed dette ikke er Tilfælde. Ogsaa Stereotypplader forsyner man ofte med et tyndt Kobberlag for at gjøre dem varige.

Særdeles hyppig er det Guld- og Sølvbelæg, som saaledes overdrages ædle Metaller som Kobber, Nysølv eller Argentin m. m. Gjenstandens Overflade maa være godt renset, saa at den er metallisk; den sættes da i Forbindelse med den negative Poltraad fra et Batteri og nedsænkes i et Kar, der indeholder

en Sølv- eller Guldopløsning. Hvordan man kan indrette sig ved mindre Gjenstande sees af Fig. 168. Man anvender ved Forgyldning en Opløsning af Cyanguld i Cyancalium, ved Forsølvning Cyansølv opløst i Cyankalium. Bedst opvarmes Karret under Udfældningen, hvorved Gjenstanden lidt efter lidt overdrages med et ganske tyndt Sølv- eller Guldbelæg. For at erstatte det udfældte Metal, hænger man i den positive Poltraad et Stykke eller Blad af samme Metal. Ved de simplere Sager er Belægget saa tyndt, at det ofte ikke engang udgjør $\frac{1}{3000}$ Linie. Gjenstande, som skulle være varigere eller benyttes i det daglige som Skeer, Gafle, Skaale, Kjedler og alskens andre Kar, faar naturligvis et stærkere Sølv- eller Guldoverdrag, hvorved de kunne bruges i meget lang Tid uden at miste sit smukke Udseende. Man bliver paa denne Maade sat istand til at levere Guld og Sølv lignende Sager til en ganske lav Pris og dog ligesaa smukke og renslige, som om de var af ædelt Metal. Begynder Belægget at slides af, kan man atter ad galvanisk Vei fornye det. Er der enkelte Dele af Gjenstanden, som man ikke vil have overdraget, behøver man blot før Udfældningen at overstryge disse med Fernis.

XXIII.

Elektromagnetisme og Induktionsmaskiner.

Elektromagnetisme. Under denne Benævning indbefatter man alle de gjensidige Indvirkninger, der finder Sted mellem elektriske Strømme og Magneter og ogsaa mellem elektriske Strømme indbyrdes. Man havde allerede længe mærket, at der fandt en vis Forbindelse Sted mellem Magnetnaale og Elektricitet; man havde seet, at Kompasset under Tordenveir viste store Uregelmæssigheder, gjorde heftige Svingninger, at Lynnedslag eller stærke elektriske Funker kunde berøve en Magnet dens Magnetisme eller vende dens Poler, at de kunde gjøre almindelige Staalstykker til Magneter o. s. v.; men til disse Jagttagelser indskrænkede ogsaa al Kundskab om de elektromagnetiske Forholde sig.

Da lagde den danske Professor Ørsted i 1819 Mærke til, at ved en af hans Forelæsninger om Galvanisme en paa Bordet staaende Magnetnaal gjorde Udslag hver Gang, han tilfældigvis nærmede en Voltasøiles Ledningstraad til den. Han studerede dette Fænomen nøiere, offentliggjorde sine Jagttagelser og satte hele den videnskabelige Verden i Bevægelse ved sin Opdagelse. Overalt begyndte man med Iver at kaste sig over Forsøg i denne Retning, som om man allerede anede, af hvilken gjennemgribende Betydning den saaledes opdagede Elektromagnetisme skulde blive.

Har man paa en Spids opstillet eller i en Traad ophængt en bevægelig Magnetnaal, der altsaa vil stille sig i den magnetiske Meridian, med Nordenden mod den magnetiske Nordpol, og man i Nærheden af denne anbringer en Metaltraad, hvorigjennem der gaar en elektrisk Strøm, saa vil undtagen i ganske specielle Tilfælde Magnetnaalen gjøre et Udslag, idet Nordenden snart vil svinge ud tilhøire, snart tilvenstre.

Den Retning, hvori Udslaget sker, betinges af Ledningstraadens Stilling i Forhold til Naalen, samt af den Retning,

hvori Strømmen gaar. Franskmanden Ampere, der strax efter Ørsteds Opdagelse gav sig ivrig ifærd med Undersøgelser over disse Emner, har givet følgende praktiske Regel for dette Udslag: „Tænker man sig svømmende med Strømmen i Traaden, og saaledes, at man stadig vender Ansigtet mod Magnetnaalen, saa vil dennes Nordende slaa ud tilvenstre for Strømmen". Bøier man Ledningstraaden i en Firkant eller en Cirkel og anbringer denne om Magnetnaalen som i Fig. 170, og gaar videre Strømmen i den ved Pilen antydede Retning, saa vil for alle de 4 Stykker ab, bc, cd, de af Traaden Magnetnaalens Nordende efter Amperes Regel slaa ud i Retning mod Læseren. Svømmeren tænkes i ab svømmende med Ryggen tilhøire, i bc opad, i cd paa Hovedet med Ryggen tilvenstre og i de med Ryggen nedad; i alle disse Tilfælde vil han have venstre Haand mod Læseren, og følgelig vil ved denne Maade at anbringe Traaden paa Magnetnaalens Nordende slaa ud mod Læseren og med meget større Kraft, end om man havde anvendt en retliniet Strøm. Man indser videre, at om man ikke bøier Traaden blot engang rundt, men flere Gange, saa vil enhver ny Traadvinding forøge den Kraft, hvormed Magnetnaalen drives ud af sin naturlige Stilling.

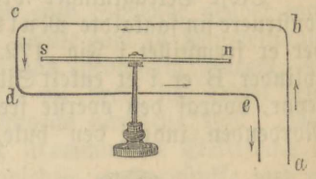

Fig. 170.

Var der ingen anden Kraft tilstede end den elektriske Strøm, saa vilde denne dreie Naalen saameget, at den kom til med sin Længdeaxe at staa lodret paa Strømcirklen; men da jo ogsaa Jordmagnetismen søger at holde Naalen i dens magnetiske Meridian, saa vil Strømmen ikke kunne dreie den saalangt, om den er aldrig saa stærk; ved ganske svage Strømme vil Afbøiningen ikke engang blive mærkbar. Hvis man derimod ikke benytter én, men to Magnetnaale, der er nogenlunde lige stærkt magnetiserede, anbringer disse, se Fig. 171, ovenover hinanden med Polerne vendende til modsat Kant og indbyrdes fast forbundne, saaat den ene maa svinge med den anden, og saa sluttelig ophænger dette saakaldte astatiske Naalepar saaledes, at de kan svinge frit, saa vil man selv for en ganske svag Strøm faa et mærkbart Udslag, naar man fører denne ind mellem begge Naale, eller lader den passere i en Cirkel omkring den ene af dem. Efter Amperes Regel vil nemlig, naar Strømmen gaar, som ved Pilene an-

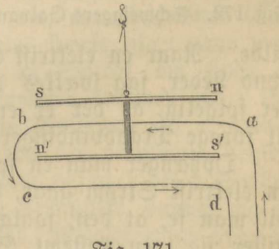

Fig. 171.

tydet, Stykket ab drive ogsaa Naalen ns i den samme Retning som den hele Cirkelstrøm driver n's', nemlig n fra og n' til Læseren, medens Stykket cd, der ellers vilde drive n i modsat Retning, er saa langt fjernet fra den øverste Naal, at det liden Indflydelse faar. Da begge Naale saaledes hjælper hinanden med Udslaget, og den magnetiske Differents mellem dem er liden, selv om hver af dem i og for sig er stærkt magnetiserede, saa vil Udslaget endog for svage Strømme blive stort, og dette forøges endmere, naar man lader Metaltraaden gjøre flere Vindinger om Naalen.

Disse Betragtninger bragte Tydskeren Schweigger til at konstruere sin saakaldte Multiplikator eller Galvanometer, der er fremstillet i Fig. 172. Gjennem Laaget A paa en Glascylinder B er i et enkelt Silkeormspind ophængt et astatisk Naalepar, hvoraf den øverste sees ved NS, af den nederste sees blot Nordenden inde i den hule, fladtrykte Snelle D, hvorover er viklet en Metaltraad i et stort Antal Vindinger. De enkelte Vindinger maa, forat ikke Strømmen umiddelbart skal gaa over fra et Stykke af Traaden til det ved Siden liggende uden at følge den hele Traad, være godt isoleret; dette opnaar man ved at overspinde hele Traaden med Silke. Til Snellen er under den øverste Naal fæstet en inddelt Skive C, hvorved Udslagets Størrelse kan maales. Traadens Ender er sat i Forbindelse med hver sin Messingskrue E og F, hvori man kan skrue de to Poltraade p og p' fra en Elektricitetskilde. Naar en elektrisk Strøm gaar gjennem en meget lang og tynd Leder, saa svækkes dens Kraft lidt efter lidt, og man indser følgelig, at der er en Grændse for Udslagets Forøgelse ved at forøge Traadvindingernes Antal.

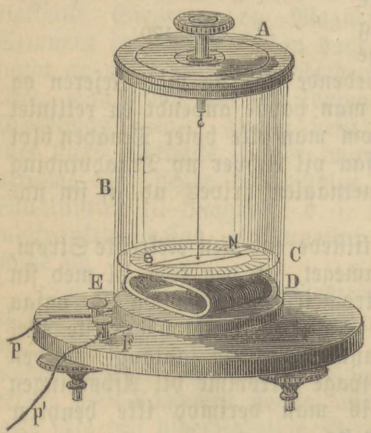

Fig. 172. Schweiggers Galvanometer.

Ophænger man en spiralformig Traadledning, hvorigjennem en elektrisk Strøm gaar, saaledes, at denne selv kan svinge frit, vil man se, at den, saalænge Strømmen gaar i samme Retning, stiller sig i en bestemt Stilling, nemlig saaledes, at Axen for Spiralen ligger i den magnetiske Meridian, og at den samme Ende af den altid peger mod den magnetiske Nordpol. Den forholder sig altsaa i denne Henseende ganske som en Magnetnaal. Man kan gjøre dette Forsøg paa den Maade, at man

om en Stav af isolerende Materiale vikler en omspunden Metaltraad og i samme Stav under denne ophænger et galvanisk Element, hvis Poltraader sættes i ledende Forbindelse med hver sin Ende af Spiralen, hvorpaa det hele ophænges letdreieligt om Stavens Midtpunkt. Undersøger man Spiralen og Strømretningen nøiere, vil man finde, at Sydenden bliver der, hvor Strømmen gaar som Viserne paa et Ur (ovenfra fra venstre mod høire, nedentil fra høire mod venstre), naar man betragter Spiralen fra Enden, Nordenden der, hvor Strømmen gaar omvendt.

Ophænger man to saadanne Strømme tæt ved Siden af hinanden, vil de dreie sig, indtil den enes Sydende vender mod den andens Nordende, altsaa ogsaa ganske som to Magnetnaale. Nærmes en Magnetstav til en saadan bevægelig Strøm, vil ganske det samme indtræde, Spiralen vil dreie sig, indtil dens modsatte Pol vender imod Magnetstavens nærmeste Pol. Men Ligheder mellem Magnetisme og strømmmende Elektricitet er endnu talrigere. Omgiver man saaledes et Jernstykke med en Traadvinding og lader en Strøm gjennemløbe denne, saa bliver øieblikkelig Jernet til en Magnet, hvis Poler svarer til Spiralens; den vedbliver at være en Magnet, saalænge Strømmen varer, men ophører ogsaa strax med denne at være det. Havde man istedetfor Jern taget et Stykke Staal, vilde dette derimod vedblevet at være en Magnet, selv efter at Strømmen var aabnet (afbrudt), aldeles som om Spiralen havde været en stærk Magnetstav. Det er ogsaa netop paa denne Maade, at man skaffer sig de fleste og kraftigste Magneter. Hvis Spiralen er ret, det vil sige, hvis den er oprullet saadan, at man ved at følge dens Vindinger fra den ene Ende til den anden ser dem gaa som Viserne paa et Ur, saa vil Sydenden blive der, hvor Strømmen træder ind i Spiralen, Nordenden, hvor den træder ud.

Jernstykker, der paa denne Maade omgives med en Traadvinding, hvorigjennem man kan lade en galvanisk Strøm løbe og derved gjøre dem til Magneter, er det, man benævner Elektromagneter. Disse kan blive særdeles stærke, især naar man giver dem Hesteskoform og anbringer en Spiral om hver af dens Ender, som i Fig. 173 vist. Strømmen kommer her f. Ex. ind ad Traaden tilvenstre, den positive Poltraad fra et galvanisk Batteri, og gaar herfra gjennem den ret opvundne venstre Spiral, i hvis nederste Ende, og følgelig ogsaa i det i Snellen indesluttede venstre Ben af det bøiede Jernstykke, danner sig en Sydpol. Herfra gaar Strømmen med Metaltraaden over til Spiralen tilhøire, hvor den ogsaa i en ret Spiral løber om det høire Ben af Jernstykket og ved sin Udgang frembringer en Nordpol. Herfra gaar Strømmen gjennem Traaden tilhøire tilbage til Batteriet. Jernstykket vil altsaa komme til at virke

vldeles som en hesteskoformet Magnet, saalænge Strømmen gaar igjennem Traaden. Anbringes paa Undersiden et Jernstykke, vil altsaa dette holdes fast og kan bære en Last. Saasnart Strømmen aabnes, afmagnetiseres Jernet, Tiltrækningen ophører, og Jernstykket falder ned. Man indser heraf, at det er muligt ved afvexlende at slutte og aabne Strømmen at afstedkomme et mekanisk Arbeide; man kan f. Ex. som i Fig. 174 vist fæste Jernstykket ved en Fjær til et fast Punkt, det vil da, eftersom Strømmen afbrydes eller sluttes, fjerne eller nærme sig til Spiralerne, hvilken Bevægelse videre kan overføres til andre Indretninger.

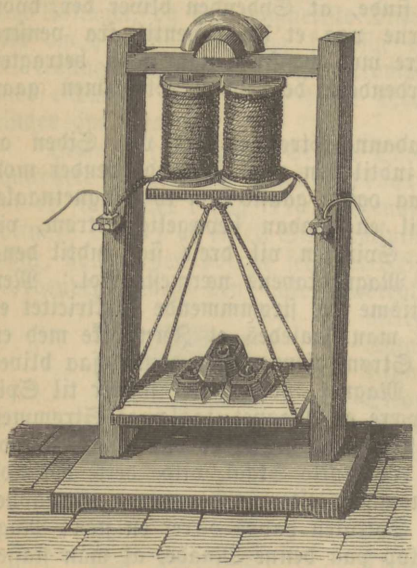

Fig. 173. Elektromagnet.

Det er herved ikke nødvendigt, at Batteriet er anbragt i Nærheden af Elektromagneten, man kan gjøre dette fra meget fjerne Steder, idet man jo nemlig blot behøver at føre de to Poltraade fra Batteriet hen til Elektromagneten for ved Slutninger og Aabninger at faa denne til at arbeide. Herpaa er det netop, at Princípet for den elektriske Telegraf hviler.

Ligesaavel som en elektrisk Strøm kan frembringe Magneter, kan ogsaa de sidste frembringe elektriske Strømme; disse benævnes, i Modsætning til de umiddelbart fra et galvanisk Batteri udgaaende, inducerede Strømme. Den engelske Fysiker Faraday var den første, der i 1832 lagde Mærke til, at en Magnetstav, der kom i Nærheden af en Leder, inducerede en Strøm i denne; fjernede han igjen Magneten, opkom atter en Strøm, men nu i modsat Retning af den forrige. Disse inducerede Strømme er stærkest, naar en Magnetstav bevæges ganske nær en spiralformig oprullet Leder og parallelt med dennes Axe, saaledes om man stikker Magnetstaven ind i Aabningen mellem Spiralvindingerne og igjen trækker den ud. Men det maa aabenbart være det samme, om man istedetfor at

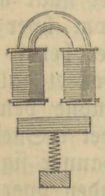

Fig. 174.

bevæge en Magnet frem og tilbage kunde afvexlende gjøre et Stykke Jern til en Magnet og igjen afmagnetisere den, og dette kan man paa forskjellige Maader opnaa.

Induktionsmaskiner kan istandbringes paa følgende Maade: Om en Axe og ved en derpaa anbragt Svev A bevæger sig en stærk Hesteskomagnet NS, Fig. 175. Foran dennes to Grene anbringes to Sneller II′ og KK′, hvorom er oprullet en isoleret Metaltraad i en ret Spiral fra I′ mod I, derfra videre til K og K′. Indvendig er disse Ruller forsynede med hver sin Kjerne af blødt Jern, der til venstre udenfor Snellerne er forbunden med et Jernstykke, saaat disse tilsammen ogsaa danner en Hesteskо-Form. Idet man nu dreier den bevægelige Magnet omkring, saa vil Jernkjernerne afvexlende blive til Magneter og afmagnetiseres, og ligeledes vil de skifte Poler, hvorved Strømme vil induceres i forskjellige Retninger i den omvundne Leder.

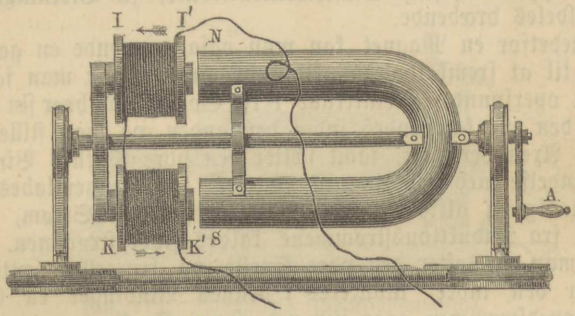

Fig. 175. Magnet-Induktions-Maskine.

Er under Magnetens Omdreining dens Nordpol N kommen foran I′, saa bliver denne til en Sydpol, og der induceres en Strøm i Spiralen, som faar en Sydpol tilhøire, det vil sige, Strømmen gaar ind her, derpaa til I, K og gjennem den anden Spiral til K′, altsaa i Pilens Retning. Samtidig er der ved K′ paa Grund af Nærheden af S opkommen en Nordpol og følgelig en Strøm, der ogsaa faar en Nordpol ved K′, eller altsaa ligeledes gaar ind ved I′ og ud ved K′, de to Strømme hjælpes altsaa ad. Dreies Magneten videre, nærmer S sig til I′, N til K′; derved dannes ved I′ nu en Nordpol og altsaa en Strøm, der gaar ud ved I′, ind ved K′; ligesaa fremkalder N ved K′ en Sydpol og i Metaltraaden en Strøm, der gaar ind ved K′, ud ved I′, altsaa i det hele to Strømme, som nu begge gaar i modsat Retning af Pilen. Under den ene halve Omdreining af Magneten gaar altsaa Strømmen fra I′ gjennem I og K ud ved K′, under den anden halve, ind ved K′, gjennem K og I og ud ved I′.

Saadanne saakaldte Magnet-Induktions-Maskiner eller Rotationsapparater kan indrettes paa mangfoldige andre Maader. For Simpelheds Skyld tænkte vi os Magneten bevægelig og Induktionsrullerne faste; men man kan naturligvis ogsaa bevæge de sidste og feste den første, hvilket ogsaa er det almindelige. Ved en saakaldt Strømvender kan man sørge for, at Spiralernes Traade sættes i en saadan ledende Forbindelse med hinanden, at Strømmen i denne mellemliggende Leder altid gaar i samme Retning, trods de modsatte Retninger i Spiralerne. De inducerede Strømme er ganske kortvarige, men af en betydelig elektrisk Spænding, de ligner heri Rivningselektricitet, og deres Virkninger er ogsaa derfor kraftigere i fysisk og fysiologisk Henseende. Man kan faa stærke Funker ved at lade Strømmen gjennem Luften springe over fra den ene Poltraad til den anden, og forbindes de gjennem dyriske Legemer, vil der opstaa heftige Muskelkontraktioner, ja Virkningen kan blive aldeles dræbende.

Istedetfor en Magnet kan man ogsaa anvende en galvanisk Strøm til at fremkalde Induktionsstrømme. Har man saaledes oprullet overspunden Metaltraad i ret Spiral paa hver sin Snelle, hvoraf den ene kan skydes ind i den anden, og man stiller disse op med Axen vertikalt, samt sætter den ydre Snelles Vindinger i Forbindelse med et galvanisk Batteri, saa gjennemløbes denne af en stadig og altid i samme Retning gaaende Strøm, der til Forskjel fra Induktionsstrømmene kaldes Hovedstrømmen. Hver Gang man nu løfter den ydre Snelle op fra eller sætter den ned om den indre, induceres i dennes Vindinger en Strøm. Naar Hovedstrømmen gaar ind nederst paa Snellen, er der altsaa (Spiralerne er rette) en Sydpol her; sættes nu denne Snelle ned om den anden, saa induceres en Strøm, der søger at hindre dennes Nærmelse, der danner sig altsaa ogsaa en Sydpol øverst i Induktionssnellen, eller Strømmen gaar her ovenfra nedad. Fjerner man nu igjen den ydre Snelle, hvori Strømmen fremdeles gaar som før, nedenfra opad, saa vil atter Induktionsstrømmen søge at hindre Bevægelsen, der danner sig derfor nu en Nordpol øverst, eller Strømmen gaar nu ogsaa i Induktionsspiralen nedenfra opad. Induktionsstrømmen bliver i dette Tilfælde langt stærkere end i første.

De samme Fænomener, som her er omtalt, finder ogsaa Sted, om Hovedstrømmen afvexlende aabnes og sluttes, thi dette bliver det samme som at fjerne eller nærme Spiralen. Man indretter derfor Induktionsmaskiner paa den Maade, at man paa samme Snelle opvinder saavel Spiralen for Induktionssom Hovedstrømmen og afvexlende slutter og afbryder denne; jo hurtigere denne Vexling gaar for sig, des hurtigere og voldsommere bliver Induktionsstrømmen og voldsomst ved Afbrydningen.

Et Apparat, der selv aabner og slutter Strømmen med korte Mellemrum, er fremstillet i Fig. 176; det er Ruhmkorfs Induktionsapparat. Dette bestaar af en Jernkjerne AB, udenom denne er først vundet en forholdsvis kort og tyk Metaltraad, der ved a og b staar i ledende Forbindelse med et galvanisk Batteries Poltraade og ved Messingklemmerne D og E forbindes med en Kondensator F. Denne ligger inde i Maskinens Fodstykke og bestaar af en Kautchukplade med Tinfoliebelæg paa begge Sider. Traaden cc leder til det undre, dd til det øvre Belæg. Batteriets Poltraad a staar ikke i umiddelbar Forbindelse med den ene Ende af den indre Traadvinding, men Ledningen sker gjennem Skruen I og en Metalstang, der bærer Pladen G, og hvorimod hviler Jernhammeren H, presset af Fjæren f, hvorpaa den er fæstet. Herpaa gaar den endelig gjennem Metaltraaden ee til Klemmen D, og herved kommer

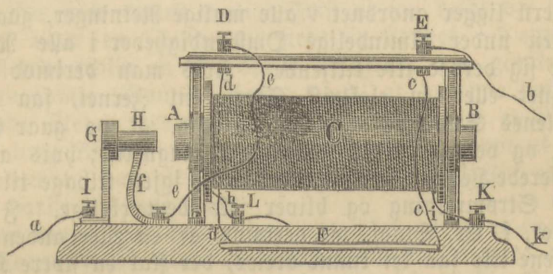

Fig. 176. Ruhmkorfs Induktionsmaskine.

den endelig i ledende Forbindelse med d. Udenom den indre Traadvinding er opviklet Induktionstraaden C, der har en betydelig Længde, ofteſt mange Mil, og ganske lidet Tværsnit, dennes Ender sees ved h og i forbunden med de 2 Klemmer L og K, hvorfra Traadene l og k fører Induktionsstrømmen fra Apparatet til det Sted, man ønsker.

Maskinen virker paa følgende Maade: Idet man gjennem Traaden a lader en Strøm fra Batteriet gaa gjennem den inderste Vinding, induceres en Strøm i Induktionstraaden, Jernkjernen AB bliver herved en Magnet og tiltrækker følgelig H, men derved afbrydes Strømmen, da nu Ledningen mellem G' og H er ophørt; herved afmagnetiseres atter AB, Hammeren falder tilbage, og Strømmen er paany sluttet, AB bliver igjen en Magnet o. s. v. Der fremkaldes altsaa uophørlige Induktionsstrømme. Kondensatoren F tjener dels til at hindre, at der slaar Funker over mellem G og H, naar Strømmen afbrydes, dels til at paaskynde Afmagnetiseringen af Jernkjernen.

At Induktionsstrømmen altid er stærkest, naar Hovedstrøm-

men afbrydes, kommer deraf, at der ved Aabningen og Slutningen af Strømmen, altid induceres en saakaldt Extrastrøm i selve Hovedtraadens Vindinger, denne gaar, naar Strømmen sluttes, i modsat Retning, svækker derved Hovedstrømmen og følgelig ogsaa Induktionsstrømmen; ved Afbrydelsen derimod gaar Extrastrømmen i samme Retning og forstærker følgelig saavel Hoved- som Induktionsstrømmen.

Paa Grund af den store Lighed, der finder Sted mellem de magnetiske og elektriske Fænomener, synes det jo rimeligt at antage, at det maa være den samme Kraft, der frembringer alle disse forskjellige Virkninger. Ampere har ogsaa opstillet den Theori, at Magnetisme ikke er andet end elektriske Strømme. Alle Legemer tænkes at være sammensatte af uendelig smaa Dele, der kaldes Molekyler. Ifølge Amperes Mening skulde nu f. Ex. Jernets samtlige Molekyler stadig og i samme Retning gjennemstrømmes af Elektricitet; men da Molekylerne i almindeligt Jern ligger anordnet i alle mulige Retninger, gaar ogsaa Strømmen under almindelige Omstændigheder i alle Retninger og giver sig derved ikke tilkjende. Hvis man derimod nærmer en Magnet eller en elektrisk Strøm til Jernet, saa vil alle Smaadelenes Strømme dreie sig saaledes, at de gaar i samme Retning, og derved bliver Jernstykket magnetisk; hvis atter det magnetiserede Legeme fjernes, vender de igjen tilbage til sin oprindelige Strømretning og bliver ikke bemærkelige. I enkelte Jernsorter, f. Ex. Staal, vil derimod af en eller anden Aarsag Strømmene ikke saa let kunne dreies, der skal en større Kraft til at faa dem til at gaa i samme Retning, og naar de engang er dreiede, saa kan de heller ikke vende tilbage til sin gamle Stilling, Staalstykket vedbliver derfor fremdeles at være en Magnet. Det samme er undertiden Tilfælde med Magnetjernsten; det er ikke umuligt, at alle selvmagnetiske Partier af denne Jernerts kan have faaet denne Evne ved Lynnedslag, der altsaa skulde have virket paa samme Maade som en Magnet eller elektrisk Strøm og vendt Magnetjernstavens Molekylarstrømme i samme Retning. Foruden Jern er der ogsaa enkelte andre Metaller, som Nikkel og Kobolt, der kan magnetiseres, som altsaa besidder dreielige Molekylarstrømme. Jordmagnetismen forklares da ogsaa som elektriske Strømme, der fremkaldes i dens Smaapartikler, rimeligvis ved den afvexlende Opvarmning og Afkjøling under Solens Gang; det skulde altsaa være thermoelektriske Strømme, der foraarsager Jordmagnetismen saaledes, som ogsaa før er nævnt.

XXIV.

Den elektriske Telegraf.

Allerede tidlig følte man Trang til et Meddelelsesmiddel, der hurtigt kunde give Underretning til fjerne Steder. Det var især i Krigstilfælde, at dette før i Tiden var af den største Betydning for med korteſt mulige Frist at faa kaldt det hele Folk sammen, naar en Fiende nærmede sig Landet. Denne Trang fødte allerede tidlig en Art optisk Telegraf, der ganske simpelt som vore gamle „Bauner" bestod deri, at der paa høit og frit beliggende Steder med stadig Vagthold antændtes et Baal, der saaes i lang Afstand til det næste Signalsted, hvor et lignende blev antændt; det blev paa denne Maade muligt i ganske kort Tid at varsle det hele Land.

Paa denne Vis kunde der dog blot gives et eneste forud aftalt Tegn; forat give en nærmere Besked maatte der kunne gives flere Tegn. Dette opnaaedes paa forskjellig Vis, f. Ex. ved at antænde et større eller mindre Antal Fakler, anbringe disse i forskjellige indbyrdes Stillinger, hvis Betydning forud var bekjendt. Senere brugte man andre optiske Signaler; man befæstede til høie Stænger Linealer, der ved Snore kunde bringes til at indtage forskjellige Stillinger og Vinkler mod hinanden. Paa denne Maade kunde man endog danne sig et helt Alfabet og følgelig telegrafere Ord efter Ord, Sætning efter Sætning. Det var især Franskmanden Chappe, som i Slutningen af forrige Aarhundrede udviklede denne Slags optiske Telegraf, der hurtig vandt stor Udbredelse. Man indser imidlertid, at der klæbede mange Mangler ved den; den kunde kun benyttes om Dagen og i klart Veir, og Telegraferingen gik langsomt for sig, da Budskabet med ikke synderlig lange Mellemrum stadig maatte omtelegraferes.

Allerede før den fuldstændige Udvikling af dette System havde man spekuleret paa at telegrafere ved Hjælp af Elektricitet, hvis hurtige Udbredelse gjennem en isoleret Metaltraad man alt længe havde kjendt til. I 1750 angaves saaledes i England en Maade at benytte Rivningselektricitet i dette Øiemed. I Nær-

heden af Kobbertraadenes Ender anbragte man smaa Hyldemarvskugler. Naar man nu vilde signalisere et Bogstav, sattes den til dette svarende Traad i Forbindelse med en ladet Elektricitetskilde, f. Ex. en Leydnerflaske, Elektriciteten forplantede sig da øieblikkelig gjennem Traaden til Modtagelsesstationen, hvor herved den foran Traadens Ende værende Hyldemarvskugle blev tiltrukken og saaledes angav samme Bogstav. Istedetfor at anvende saa mange Traade, kunde man nøie sig med færre og lade Antallet af Gange, Kuglen blev tiltrukken, betegne forskjellige Bogstaver. Senere brugtes elektriske Funker istedet for Kuglernes Bevægelse; men man opgav dog snart igjen disse Forsøg.

I 1809 angav Sømmering i München en af ham opfunden Telegraferingsmaade ved Hjælp af den galvaniske Elektricitet, som da nylig var opdaget. Han anvendte en Voltasøile til at frembringe en elektrisk Strøm, som han ledede gjennem Kobbertraade i et Antal svarende til Alfabetets Bogstaver. Afsenderapparatet bestod simpelthen af en Række med Huller forsynede Stifter, der stod i ledende Forbindelse med hver sin Traad og var forsynet med Bogstavtegn. Modtagningsapparatet var et langt og smalt Glaskar, som fyldtes med Vand, og opi hvilket Kobbertraadenes Ender var anbragte i samme Orden som paa Afsendingsstedet. Tillige anvendte han et eget Klokkeapparat for at vække Opmærksomheden, naar Telegraferingen skulde begynde. Skulde nu et Ord telegraferes, saa sattes den ene Poltraads Ende ned i Hullet paa den til det første Bogstav svarende Stift, den anden i den til næste Bogstav svarende. Paa Modtagningsstationen vil der da øieblikkelig begynde at dekomponeres Vand ved de tilsvarende Traadender, der vil stige Gasblærer tilveirs og i størst Mængde ved den negative Pol, hvor Vandstoffet udvikles; man havde saaledes herved tillige et Tegn for, hvilket Bogstav, der var det første, idet man altid passede paa at anbringe Poltraadene i den Orden, at den ene angav et Bogstav, den anden det næstfølgende. Han telegraferede paa denne Maade gjennem Traade af over 10000 Fods Længde.

Hans Opfindelse nød dog ingen Fremgang, tiltrods for at hans System var billigere end den optiske Telegraf, ligegodt kunde benyttes i alslags Veir og ikke var afhængig af Dagslys. Imidlertid var der dog en Mand, som blev i høieste Grad indtagen i hans Opfindelse og siden til sin Død utrættelig arbeidede med at fuldkommengjøre den og skaffe den Indpas; det var den russiske Statsraad Schilling, der havde seet Sømmerings Apparat i München. Da siden i 1819 Ørsted havde opdaget den elektriske Strøms Indvirkning paa Magneter, saa begyndte Schilling strax at spekulere paa at anvende dette i Telegrafiens Tjeneste.

Efter at man først altsaa havde anvendt Rivningselektricitet,

derpaa den galvaniske Strøms kemiske Virkning, kom man saaledes tilslut til den elektromagnetiske Telegraf, der i sin senere Udvikling skulde blive den eneraadende. Man har indrettet sig paa mange forskjellige Maader, hvoraf vi her kortfattet skal beskrive en Del.

Inden vi imidlertid gaar over hertil, maa vi omtale en af Tydskeren Steinheil i 1838 gjort vigtig Opdagelse, der indskrænkede Anlægsomkostningerne for Telegrafledningerne til lidt over Halvparten af, hvad de før havde været. Skal man fra et Batteri lade en Strøm passere gjennem saavel Afsendings- som Modtagelsesapparater maatte man anvende to Traade, hvoraf den ene stod i Forbindelse med den positive, den anden med den negative Poltraad. Først herved kunde man sende en Strøm afsted gjennem den positive Traad, Modtagelsesapparatet og tilbage til den negative Pol. Steinheil fandt imidlertid, at dette ikke var nødvendigt; man kunde istedet derfor lede den ene Traad ned i Jorden, hvor man lod den ende i en større Metalplade for at gjøre det lettere for Elektriciteten at undslippe. Jorden overtog altsaa den ene Traads Forretning.

Naaletelegrafen. Schilling byggede Konstruktionen af sin Telegraf, der fremtraadte for Offentligheden fuldt udviklet 1835, paa den Omstændighed, at en Magnetnaal ved en elektrisk Strøm afbøies fra sin Ligevægtsstilling og efter Strømmens Retning enten til den ene eller den anden Side, ligeledes gjorde han Brug af den Opdagelse, at Udslaget forøges, naar Traadvindingernes Antal tiltager. Han brugte 5 Magnetnaale, som han lod omkredse af Metaltraadspiraler og kunde nu ved at lade elektriske Strømme i forskjellig Retning gaa gjennem Traadene bringe disse 5 Naale til at indtage forskjellige Stillinger til hinanden og ved disse Kombinationer angive Bogstaverne. Til selve Ledningen brugte han blot 2 Traade, en frem og en tilbage mellem de to Stationer.

Der var imidlertid ogsaa mange andre, som spekulerede paa samme Problem. Gauss og Weber i Göttingen anvendte blot en eneste Naal og lod Antallet af hurtig paa hinanden følgende Udslag til den ene eller den anden Side angive de forskjellige Bogstavtegn.

Blandt dem, der i Tydskland havde faaet Anledning til at høre Forelæsninger over Schillings Telegraf, var Englænderen William Cooke, der ved sin Tilbagekomst til England forbandt sig med Fysikeren Wheatstone til den videre Udvikling af Telegrafen. Disse to, hvem Englænderne med Urette tilskriver Opfindelsen af den elektriske Telegraf, fik 1837 Patent paa en forbedret Indretning. Istedetfor at Magnetnaalene før havde været anbragt horizontalt, satte disse dem vertikalt, og Naalenes Udslag bestemtes ved Anslaaing af Tasterne i et Klaviatur som

ved Pianoforter. De anvendte 5 Naale ligesom Schilling. Derpaa optog de den Gauss-Weberske Metode med 1 Naal og afskaffede igjen Klaviaturet; sluttelig brugte de dog to vertikale Naale, hvorved hver Naals Udslag til en eller anden Side indskrænkedes i Antal. Selve Magnetnaalene med Traadvindingerne er anbragt inde i Kassen, udvendig sees de til de indre Naale fastfæstede 2 ydre Smaanaale. Affenderapparatet er anbragt nedenunder; ved at dreie de to synlige Haandtag i den ene eller anden Retning bringes Naalene paa Modtagelsesstedet til at gjøre ganske tilsvarene Udslag. Bogstavangivelsen sker nu, som sagt, ved Naalens eller Naalenes Udslag, saaledes betyder ved Enkeltnaalsapparatet 2 Udslag tilvenstre a, 1 tilhøire m, 2 tilvenstre og et strax derpaa tilhøire e o. s. v. Lignende Regler gjælder ved Anvendelsen af 2 Naale. De her beskrevne Telegraferingsmetoder anvendes endnu meget hyppig i England.

Visertelegrafen. Naaletelegrafen fordrede, at Telegrafisterne maatte have meget stor Øvelse for hurtigt at kunne opfatte de givne Tegn, hvad der i mange Tilfælde ikke er heldigt. Wheatstone opfandt derfor i 1840 en anden Maade for Telegraferingen, hvorved han ikke benyttede sig af Magnetnaale, men derimod af en Viser, der sattes i Bevægelse ved Hjælp af et Uhrverk, paa hvis Anker en Elektromagnet virkede. Dette Apparat fik siden en hel Del mindre Forandringer, og af disse vil vi her tage for os et, konstrueret af Franskmanden Bréguet.

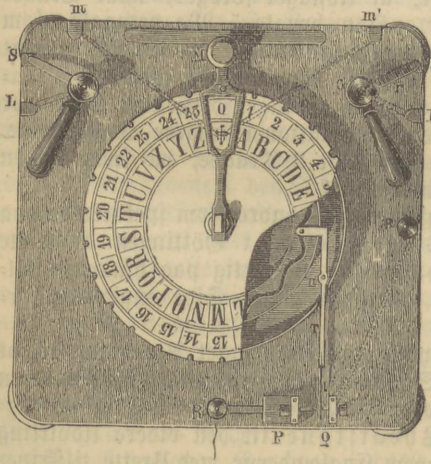

Fig. 177. Visertelegrafens Affenderapparat.

Fig. 177 fremstiller hans Affendingsapparat. M er et Haandtag, hvorved Stangen AM kan dreies rundt henover den faste Skive, der er inddelt i Felter med hver sit Bogstav i alfabetisk Orden, samt ogsaa Taltegnene, der paa denne Tegning er udeladt. Ved Stangens Bevægelse dreies ogsaa Kobberskiven B, der ligger under den beskrevne Skive og er forsynet med en bølgeformig indskaaret Rende. Den ene Ende b af en om a dreielig Vægtstang CT har en liden Stift paa Undersiden, der stikker ned i Kobberskivens Rende og altsaa maa følge dennes Løb, der er saaledes skaaret, at der svarer en Bøining af den til

hvert Bogstavfelt. Ved denne Bevægelse af C vil den anden Ende af Vægtstangen T bevæge sig frem og tilbage mellem de to til P og Q fæstede Metalstifter. Telegraftraaden kommer ind ved L og staar herfra i Forbindelse med Kobberskiven B, følgelig ogsaa med Vægtstangen CT, som i den paa Figuren antydede Stilling ligger an mod Stiften ved Q. Der gaar da ingen Strøm gjennem Apparatet. Dreies imidlertid Haandtaget, saa at C kommer til en udgaaende Bugt af Renden, saa vil T ligge an mod P's Stift, der gjennem R staar i ledende Forbindelse med Traaden D, som fører til det elektriske Batteri. I dette Tilfælde gaar der altsaa fra dette gjennem Apparatet og Telegraftraaden en Strøm til Modtagelsesstationen. Da der nu svarer en udadgaaende Bugt til hvert Bogstav, saa vil der altsaa ved Haandtagets Omdreining sendes en Strøm afsted for hvert Bogstav.

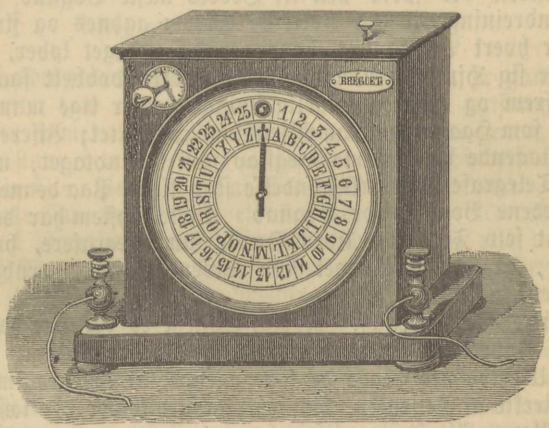

Fig. 178. Modtagelsesapparat.

Fig. 178 viser, hvordan Modtagelsesapparatet udvendig ser ud; det er forsynet med en Skive, der er inddelt nøiagtig som Afsendingsapparatets og i samme Orden forsynet med de samme Tegn. Henover denne Skive bevæger sig en Viser, der peger paa Skivens Bogstav og Taltegn. I Kassens Indre befinder sig et Uhrverk, der enten drives af Lod eller Fjær og er forsynet med et Anker af Jern. Dette Ankers Hager griber ind i Tænderne paa et lidet Tandhjul, der er fæstet til Axen for den ydre Viser. Tændernes Antal er det dobbelte af Bogstavtegnenes og Ankerets Hager saaledes afpassede, at en af disse altid griber ind mellem to Tænder enten paa den ene eller anden Side. Tæt ved Ankeret befinder sig et hesteskoformet Stykke blødt Jern om-

vundet med en Metaltraad, der staar i Forbindelse med Telegraftraaden gjennem den ene af de to paa Kassens Forside synlige Metalskruer. Efter at have gaaet om Jernstykket føres Traaden hen til den anden Skrue og gaar fra denne ned i Jorden, hvorved Strømmen bortledes. Naar der nu gjennem Traaden sendes en Strøm fra Affendingsstedet, saa bliver Jernkjernen en Magnet og tiltrækker Ankeret, som herved for et Øieblik kommer ud af Forbindelsen med Hjulet; dette dreier sig derved en Tand omkring og hermed Viseren halvten af et Bogstavfeldt frem. Strax Strømmen ophører, ophører ogsaa Jernstykkets Magnetisme og Ankeret falder tilbage, hvorved atter Hjulet dreier sig en Tand omkring. Ved en Slutning og en Aabning af Strømmen dreier altsaa Hjulet sig to Tænder og Viseren et Bogstavfeldt frem.

Skal man nu telegrafere, saa dreies Haandtaget frem, indtil det er kommen til det rette Bogstav og standser for en liden Stund, inden det føres hen til Ordets næste Bogstav. Under denne Omdreining vil den elektriske Strøm aabnes og sluttes en Gang for hvert Bogstavfelt, hvorover Haandtaget løber, og herved dreier sig Hjulet i Modtagelsesapparatet dobbelt saa mange Tænder frem og Viseren følgelig nøiagtig over lige mange Bogstavfelter som Haandtaget paa Affendingsapparatet; Viseren bliver følgelig staaende ved samme Bogstav som Haandtaget, naar de blot ved Telegraferingens Begyndelse stod ligt. Paa denne Maade staves Ordene Bogstav for Bogstav. Dette System har den store Fordel, at selv Folk med liden Øvelse kan telegrafere, hvad der har gjort, at det har faaet stor Anvendelse ved Jernbanetelegraferingen.

Morses Telegraf. Morses System er det, der har faaet den meste Udbredelse til den almindelige Telegrafering. Der er den store Ulempe ved begge de foregaaende, at Telegrammet maa aflæses direkte af Betjenten, som derpaa nedskriver det læste efter Hukommelsen. Alt beror altsaa her paa dennes Paapasselighed og Hukommelse, ligesom Visertelegrafen tillige lider af den Mangel, at Telegraferingen her ikke gaar synderlig hurtigt for sig. Ved Morses Apparat, der tillader stor Hurtighed, har man tillige den store Fordel, at Maskinen selv indridser Tegnene for hvert Bogstav paa en Papirstrimmel, hvorved ikke alene Betjenten, men ogsaa andre bliver sat istand til at kontrollere Aflæsningens Rigtighed.

Samuel Morse fødtes i Amerika 1791 og døde ogsaa der i 1872. Han var egentlig bestemt til Maler og foretog for at uddanne sig en Reise til Europa. Under sin Tilbagereise herfra i 1832 skal han først have faaet den Ide at anvende Elektromagnetismen til Telegrafering foraarsaget ved nogle Experimenter, som en af hans Medreisende foretog. Han havde

ogsaa allerede i 1835 færdig et Apparat, som han forevíste i New York; det var imidlertid meget uhensigtsmæssigt og vandt ingen Paaskjønnelse. Først i 1844, efter mange nye, men endnu ei tilfredsstillende Forsøg og efter nok en Reise til Europa, lykkedes det ham at konstruere et virkelig praktisk Telegraferingsapparat, der i sine Hovedtræk, om end med betydelige Forandringer i flere Retninger, ligner de nu brugelige.

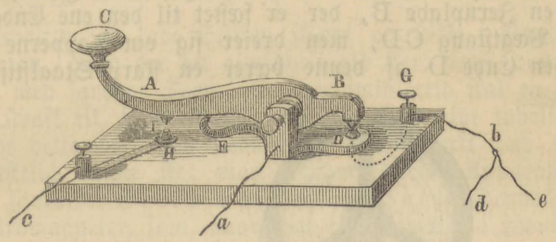

Fig. 179. Morses Affendingsapparat.

Affendingsapparatet, den saakaldte Nøgel, er ganske simpel og indrettet som i Fig. 179 vist. AB er en Vægtstang af Messing, der dreier sig om to Messingtapper, som atter gjennem Lagrene staar i metallisk og altsaa ledende Forbindelse med Messingskiven D. Ved Hjælp af Staalfjæren E klemmes Vægtstangens korte Ende ned, saa at et herunder anbragt lidet Metalstykke kommer i Berøring med et lignende Fremspring paa den underliggende Messingplade, hvorfra det imidlertid forresten er fuldstændig isoleret. Dette lille Messingstykke staar ved den punkterede, i Træpladen indlagte Metaltraad i ledende Forbindelse med Skruen G, hvorfra Traaden forgrener sig saavel til Batteriets ene Pol som til Modtagelsesapparatets Elektromagneter. Herfra fører atter en Traad til Jordpladen, medens Traaden a gaar til Telegraflinien. Den anden, længere Ende af Vægtstangen er ogsaa under forsynet med et Messingfremspring I, og under dette er paa Træpladen anbragt et lignende ved H, Ambolten, som staar i ledende Forbindelse med Klemskruen F og Traaden c, der fører til Batteriets anden Pol.

Naar nu Nøglen, ved Hjælp af Haandtaget C, trykkes ned, saa ophæves Forbindelsen ved B, medens derimod I slaar an mod Ambolten, og Nøglen saaledes kommer i ledende Forbindelse med Traaden c. Der vil altsaa nu gaa en Strøm fra Batteriet gjennem c, H, I, Nøglen og a til Telegraflinien, hvorved den ledes til den anden Station; imidlertid gaar den modsatte Elektricitetsfort fra Batteriets anden Pol gjennem d, e og 1ste Stations Modtagelsesapparat til Jordpladerne og ledes væk.

Modtagelses- eller Skriveapparatets Indretning sees af Fig. 180. Paa Hjulet F er oprullet en lang og smal Papirremse, som herfra gaar over Rullen G og et Par andre Ruller ud ved X. Papirremsen bevæges fremover omkring Rullerne ved Hjælp af Urværket H. Ved A og A′ sees de to Elektromagneter, hvis Traadvindinger staar i Forbindelse med Traadene a og b, hvoraf den ene kommer fra Telegraflinien, den anden fører til Jordpladen. Over Elektromagneternes Jernkjerner er anbragt en Jernplade B, der er fæstet til den ene Ende af en metalliſk Vægtſtang CD, men dreier ſig om Tapperne ved O. Den anden Ende D af denne bærer en ſkarp Staalſtift, ſom

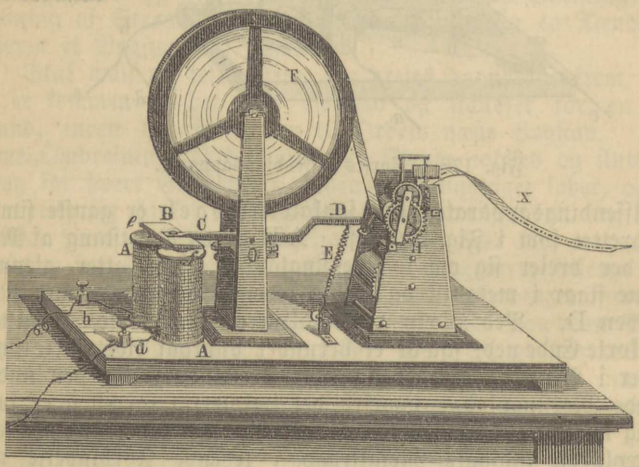

Fig. 180. Modtagelsesapparat.

vender opad mod Papirſtrimlen ved Rullen G. Fjæren E tjener til at holde Spidſen nedtrykket, naar ingen Strøm gaar gjennem Apparatet.

Trykkes nu ved Afſendingsſtationen Nøglen ned, ſaa gaar der en Strøm gjennem Linien til Modtagelsesſtationen; den kommer her ind gjennem Traaden a, gjennemløber Traadvindingerne A og A′, hvorved Jernkjernerne her bliver til Magneter, ſom tiltrækker Pladen B. Ved denne Bevægelſe drives Stiften ved D op mod Papirremſen, hvori den enten vil ſtikke et Hul eller en længere Streg, efterſom man holder Nøglen kortere eller længere Tid nedtrykket. Efter Behag kan man altſaa fra Afſendingsſtationen frembringe Huller eller Streger i Modtagelsesſtationens Papir.

Morſes Alfabet beſtaar nu af lutter Kombinationer af ſaadanne Punkter og Streger, ſom det af nedenſtaaende Tabel

sees. For Tallene og Interpunktionstegnene haves andre Kombinationer.

a .—	g ——.	n —.	t —	æ .—.—
b —...	h	o ———	u ..—	ø ———.
c —.—.	i ..	p .——.	v ...—	aa .—...
d —..	k —.—	q ——.—	x —..—	og —...—
e .	l .—..	r .—.	y —.——	
f ..—.	m ——	s ...	z ——..	

Istedetfor at lade Stiften skjære og stikke i Papiret, kan man ogsaa, hvad der nu almindeligvis sker, lade den forsyne Papiret med farvede Tegn. Da der imidlertid skal en ikke ubetydelig Kraft til, forat bringe Stiften til at give tydelige Tegn, saa vilde dette ved lange Ledninger, hvor stærkt end Batteriet er, vanskelig kunne ske; man forsyner derfor Apparatet videre med en saakaldet Overdrager eller Relais. Denne har ogsaa to Elektromagneter, som, naar Hovedstrømmen fra Ledningstraaden gaar gjennem deres Traadvindinger, tiltrækker en Vægtstang. Ved denne Bevægelse fremkaldes en Strøm fra et mindre Lokalbatteri, og denne Strøm gaar da gjennem Skriveapparatet, som herved bringes til at virke. Da Overdragerens Vægtstang er meget letbevægelig, vil nemlig Ledningsstrømmen, selv om den er ganske svag, være tilstrækkelig til at aabne og slutte Lokalstrømmen. Denne, hvortil gjerne et Batteri med blot et Par Elementer anvendes, vil ogsaa være stærk nok til Skriveapparatets Arbeide, da Afstanden er ganske kort.

For at vise, om der overhovedet gaar nogen Strøm gjennem Ledningen, er der ved hver Station anbragt et Galvanometer, gjennem hvis Traadvindinger Ledningens Strøm gaar, inden den kommer til Overdrageren. Alle Mellemstationer er endvidere forsynede med en saakaldet Strømvexler. Hvis ingen saadan fandtes maatte der paa Mellemstationerne nemlig findes to fuldstændige Sæt Apparater, der stod i Forbindelse med hver sin af de nærmeste Sidestationer, en Depesche fra den ene af disse, maatte da modtages, opskrives og sendes fra Mellemstationen videre til den næste, hvad der vilde foraarsage megen Tidsspilde. Ved Strømvexleren sættes man derimod i Stand til kun at have et eneste Sæt Telegrafapparater og til efter Forgodtbefindende enten at sætte sig i eller udelukke sig fra Forbindelse med de andre Stationer. Apparatet bestaar af en Del paa en Træskive med smaa Mellemrum anbragte Messingplader; imellem disse er der boret Huller, hvori kan nedstikkes en Metalprop. Herved kan man sætte hvilke man vil af Pladerne i ledende Forbindelse med hinanden; disse staar igjen ved Metaltraade i Ledning enten med Skriveapparatet, Batteriet, Jordpladen eller Telegraflinierne til de næste Stationer, og man sættes saaledes, ved at anbringe

Propperne i forskjellige Huller, i Stand til at frembringe den ønskede Forbindelse eller Udelukkelse.

For at beskytte mod Virkninger af stærk Luftelektricitet, der ofte kan samle sig i meget betydelig Grad i Telegrafledningerne og ved den hyppige Afbrydelse af Ledningen til Jorden endog kunde blive farlige for Telegrafbetjeningen, anbringes egne Lynafledere. Disse bestaar af to Metalplader, der enten er riflede eller forsynede med Spidser og stilles ganske tæt indtil hinanden, dog saaledes, at de ikke berører hinanden. Den ene af dem staar i Forbindelse med Telegraftraaden og Ledningen til Telegrafapparaterne, den anden har en særskilt Ledetraad til Jorden. Medens den svage elektriske Strøm fra Batterierne ikke vil være i Stand til at hoppe over fra den ene Plade til den anden og saaledes vil gaa den regelmæssige Vei gjennem Pladen til Telegraftraaden eller Apparaterne, vil derimod den langt kraftigere Luftelektricitet slaa over fra den med Ledningstraaden forbundne Plade til den til Jorden ledende, hvorved den finder kortere og lettere Adgang til sin Neutralisation.

Tryktelegrafer. At opnaa, at der hverken til at afsende eller aflæse en Telegrafdepesche fordredes Kjendskab til og Indøvelse af noget eiendommeligt Telegraf-Alfabet, har paa den elektro-magnetiske Telegrafs første Tider været Gjenstand for en hel Del mer og mindre vellykkede Forsøg. Da allerede Morses Methode er saa hurtig og simpel, som man med Billighed kan fordre, saa maatte der imidlertid, særlig hvad Hurtigheden angaar, være større Fordele tilstede ved et saadant Apparat, for at det skulde vinde nogen videre Anvendelse.

Den første, der løste denne Opgave saa praktisk, at hans Opfindelse har faaet Udbredelse, var Amerikaneren Hughes, skjønt ogsaa hans Mekanisme er saa fin og følsom, at kun dygtige Instrumentmagere kan føre Tilsynet og udføre Reparationerne ved dem. Naar en Depesche skal afsendes, trykkes efterhaanden paa Tasterne af et Klaviatur, som for hvert Bogstav og Tegn har sin særskilte Tast. Disse staar igjen i Forbindelse med hver sin Metalstift, der ved Trykket hæves op gjennem tilsvarende Huller i en cirkelformig Skive. Over denne fører en liden Metalslæde i Ring med en Hastighed af 2 Omdreininger i Sekundet; den løber saa høit over Skiven, at den, naar der ikke trykkes paa Tasterne, gaar fuldstændig fri af den. Saasnart derimod en Stift hæves op over Skiven, kommer Slæden i Berørelse med denne og derved udsendes i samme Øieblik en elektrisk Strøm gjennem Ledningstraaden til den anden Stations Trykkeapparat efter først at have passeret gjennem et tilsvarende paa Afsendingsstedet.

Trykapparatet bestaar af en cirkelformig, vertikal Skive af Staal, der sættes i Rotation af et Urverk, og langs hvis Rand

er anbragt Bogstavtyper i samme Orden som paa Afsendingsstationens Skive med Slæden. Videre ligger der under dette en Mekanisme, der i samme Øieblik, som den elektriske Strøm naar hen til den, presser en Papirstrimmel op mod det med Sværte forsynede Typehjul, hvorved dettes nederste Bogstav aftrykkes. I samme Øieblik er imidlertid Strømmen atter afbrudt, Papiret falder tilbage, idet det dog samtidig føres frem saa langt, at der bliver et passende Mellemrum mellem det netop trykte Bogstav og det næste.

For at Bogstaverne skal fremkomme i den rette Orden er det for det første nødvendigt, at Typehjulene har nøiagtig den samme Omdreiningshastighed som Slæderne, og desuden, at de alle er saaledes indstillede, at i samme Øieblik, som Strømmen fra Afsendingsstationen naar frem og hæver Papiret, saa er netop det til den anslaaede Taste svarende Bogstav nederst paa Typehjulene. Naar man betænker, at Bevægelsen sker med en Hastighed af 2 Omdreininger i Sekundet, og at der altsaa i Løbet af dette korte Tidsrum skal passere 2 Gange alle Bogstav-, Tal- og Skilletegn, saa forstaar man, hvor haarfin denne Indstilling maa være, og at det netop er denne, der volder de største Vanskeligheder og kræver den største Nøiagtighed. Ved Hughes Apparat sker denne ved to nøiagtig ligedan gaaende Urverker, der ogsaa er de samme, som driver Slæde og Typehjul. Naar ikke Telegrafering foregaar, er disse ikke i Forbindelse med Urverket, men Forbindelsen fremkommer øieblikkelig, som en Taste anslaaes. Man begynder Telegraferingen med at anslaa netop den Taste, som paa Typehjulet er nederst, for at Typerne skal blive de rette. Skal det samme Bogstav telegraferes 2 Gange efter hinanden, saa maa naturligvis Slæden og Typehjulet bevæge sig en hel Gang rundt; men ellers er man istand til for én Omdreining at trykke mindst to Bogstaver, eller følgelig kan der i Minutet telegraferes fra 120 til 240 Bogstaver.

I den sidste Tid har Mekanikus Olsen i Kristiania konstrueret et nyt Typetrykapparat, der i væsentlig Grad skiller sig fra Hughes, og som har vakt megen Opmærksomhed og Beundring. At gaa ind i alle dets Detailler er her umuligt, der kan blot gives en Idé om, hvordan det virker. Foruden at han anvender en ganske anden og bedre Konstruktion af Regulatormekanismen, hvori en liden Centrifugalregulator spiller en fremragende Rolle, og hvorved Hjulenes Gang af Maskinen selv lettere reguleres, har han ogsaa delt Apparatet i to særskilte Dele, nemlig en Sætte- og en Skrive- eller Tryk-Mekanisme, hvoraf imidlertid den første ganske kan udelades.

Sætteapparatet bestaar af en Valse af Messing, hvorover der løber en Papirstrimmel. Sætningen sker ved Hjælp af et Klaviatur med en egen Taste for hvert Bogstav eller Taltegn,

som ved Hughes Indretning. Videre indeholder Apparatet en Valse eller Axe, der i en Skruelinie er forsynet med Knagger saaledes, at der til hver Taste svarer en bestemt Knag paa Axen. Gjennem en Tandhjulsudveksling staar denne i Forbindelse med den Valse, hvorover Papirstrimmelen løber, og begge drives af et og samme Urverk lige hurtigt omkring. Tasterne selv er Vægtstænger, saa at, naar en af dem, f. Ex. G, nedtrykkes, vil dennes anden Ende hæves lidt i Veiret. Paa denne er anbragt en Metalstift, som, naar den nødvendige Omdreining af Knaggevalsen er skeet, vil støde an mod G-Knaggen. I samme Øieblik standser hele Urverket, og en liden Stift bringes til at slaa Hul i Papirstrimmelen paa det Punkt heraf, der svarer til Bogstavet G.

Naar Tasten slippes, kommer Stiften ud af Berøringen med Knaggen, men samtidig griber en Spærhage ind i et Spærhjul, der staar i Forbindelse med Valserne, saaat disse fremdeles bliver i Hvile, indtil man atter anslaar en Taste, f. Ex. O. Strax kommer herved atter Spærhagen løs, Rullerne dreier sig lidt omkring, indtil O-Knaggen støder an, og Stiften ved O-Punktet slaar Hul i Papirstrimlen.

Det saaledes i en bestemt Orden gjennemhullede Papir bringes nu hen i Trykapparatet, hvor det løber om en Valse som ved Sætteapparatet. En Nøgle, hvis ene, til Haandtaget paa en almindelig Morses Nøgle svarende, Ende dannes af en bøiet Naalspids, hviler med denne an mod den om Valsen løbende Papirstrimmel. Dennes Huller vil følgelig i samme Orden, hvori de er slaaede, komme hen under Naalen, som derved falder ind i dem, og herved udsendes da som ved den almindelige Nøgles Bevægelse en elektrisk Strøm, der først gaar til Afsendingsstationens Trykmekanisme og derfra gjennem Linietraaden til Modtagelsesstationens Trykapparat. Hvergang nu en saadan Strøm udsendes, bevirker denne, at Trykapparatet, som drives af et eget Lod, kommer i Virksomhed, og en Papirstrimmel føres op til begge Stationers Typehjul, hvis Gang er aldeles ligeartet med Valsernes. Herved opnaaes, at altid i samme Øieblik, som Naalen falder ind i et Hul, det hertil svarende Bogstav, takket være Korrektionsindretningen, er nederst paa Typehjulet og bliver aftrykt paa den underliggende Papirstrimmel. Da denne selv bevæges uafhængigt af de andre Dele og blot flytter sig et kort Stykke frem for hver Gang, en Strøm udsendes, eller altsaa et Bogstav skal trykkes, saa kommer følgelig Bogstaverne til at staa efter hinanden med lige Mellemrum. Paa Klaviaturet findes ogsaa et Par „Blanktaster", hvortil der ikke svarer nogen Type paa Typehjulet; de benyttes dels til den rette Indstilling af Typehjulene paa de to Stationer, dels til at frembringe længere Mellemrum mellem de enkelte Ord.

Naar Telegrafdepeschen først er sat ved Hjælp af Sætteapparatet, gaar altsaa selve Telegraferingen fuldstændig maskinmæssig, automatisk, og da den paa denne Maade gaar særdeles hurtigt for sig (indtil 100 tyveords Telegrammer i Timen), er det af stor Betydning ved Stationer, hvor der er meget at bestille. Medens en passer Trykapparatet, kan jo nemlig en eller flere andre i Forveien sætte andre Depescher paa Sætteapparatet.

Som før bemærket er imidlertid dette blot et Kontorapparat, der ganske kan udelades, og Telegraferingen sker da umiddelbart ved Haanden. Til den Ende er ogsaa Trykapparatet selv forsynet med en Klaviatur, hvorpaa Bogstaverne og Tallene er indgraverede. I Lighed med Indretningen i Sætteapparatet er der ogsaa her anbragt en Valse eller Axe, hvorpaa der staar Hager i skrueformig Orden. Naar en Taste anslaaes, støder dennes Stift an mod den tilsvarende Hage, en Strøm sætter øieblikkelig Trykapparatet paa saavel den afsendende som modtagende Station i Bevægelse, og det rette Bogstav trykkes paa begge Steder.

Hastigheden, hvormed man i dette Tilfælde kan telegrafere, beror naturligvis paa Betjentens Øvelse, men selv i ugunstigste Fald er den ved Olsens Apparat $^1/_3$ større end ved Hughes, ligesom Betjeningen ikke er saa anstrengende, da man nemlig kan gjøre saa langt Ophold, man vil, mellem Tasternes Anslaaing (Urverket staar jo i Mellemtiden); medens ved Hughes Apparat Telegrafisten maa være i uafbrudt, rastløs Aktivitet, indtil Depeschen er færdig telegraferet. Valsernes Omdreiningshastighed er meget stor, nemlig 180 Gange pr. Minut. Apparatet har med meget Held været prøvet saavel her i Landet som andetsteds, og det synes at maatte have en Fremtid for sig, skjønt det jo er temmelig kompliceret og derfor ikke saa let at reparere, naar det kommer i Ustand.

De kemiske Virkninger, har vi seet, var det første, man benyttede sig af som Meddelelsesmiddel gjennem en galvanisk Strøm. Senere er atter samme Tanke dukket op, men i forandret Skikkelse; det er Dekompositionen af Salte, som derved forandrer Farve, man har forsøgt anvendt til at give Skrifttegn paa Modtagelsesstationen, saaledes ved Casselli's Pantelegraf. Man skriver her paa et ledende Tinfoliebelæg med et uledende Blæk. Der bevæger sig nu herover frem og tilbage med ganske kort Afstand en Naal, og Apparatet er saaledes indrettet, at der gaar en Strøm gjennem Linien, hver Gang, Naalen kommer over Skrifttrækkene. Paa Modtagelsesstationen bevæger en Naal sig aldeles ligedan paa et præpareret Papir, som herved faar de samme Skrifttræk frem, men bestaaende af fine paralelle Smaastreger. Apparatet virker imidlertid langsomt og har ingen Anvendelse faaet.

Paa samme Tid at kunne telegrafere saavel frem som tilbage gjennem den samme Ledning, Dobbelttelegrafering, har man længe forsøgt. Opgaven er ogsaa løst omtrent samtidig af Edlund i Stokholm og Frischen i Hannover. Disse Dobbelttelegraferingsapparater har hidtil ikke faaet synderlig Anvendelse, især fordi Betjeningspersonalet hyppig begik Feil ved Expederingen.

Ledningen fra den ene Station til den anden sker nu gjennem en enkelt galvaniseret, det vil sige, med Zink belagt, Jerntraad, der har en Diameter af $1^1/_4$ til henved $1^3/_4$ Linie, eftersom Ledningen er kortere eller længere. Den anbringes paa Træstolper, der har en Længde af 10—12 Alen, og som nedsættes indtil $^1/_6$ af sin Længde i Jorden. Traaden maa være isoleret, den kan altsaa ikke befæstes umiddelbart til Stolpen, men maa vikles om et isolerende Materiale. Man anvender hertil hule Porcelænsstyrker, der er af forskjellig Form, se Fig. 181. Klokken, som den gjerne kaldes, har indvendig en Skruegjænge, og op i denne skrues et bøiet Jernstykke, hvis anden Ende fæstes i Stolpen. Traaden lægges enten blot ind i en Fordybning i Klokkens Top eller vikles om den. Som ved en af Klokkerne paa Fig. 181 vist, kan ogsaa denne selv fæstes til Stolpen, og Traaden bliver da fæstet til den saaledes isolerede Jernkrog.

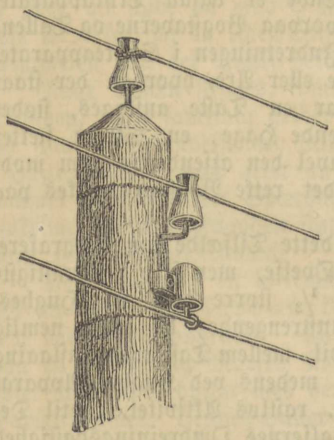

Fig. 181. Telegraftraadens Befæstelse.

I Begyndelsen anvendte man en dobbelt Kobbertraadledning, hvad der gjorde Anlægget af en Telegraflinie til et temmelig kostbart Foretagende; Steinheils Opdagelse, at den ene Traad kunde spares, idet den ene Elektricitetssort i Stedet blot lededes ned i Jorden, indskrænkede disse Omkostninger til det Halve og er derved bleven en af de vigtigste Faktorer til, at Telegrafen kunde vinde den nuværende Udbredelse.

I Stedet for at føre Ledningen frem over Jorden kan man ogsaa lade dette ske under denne, idet man blot forsyner Traaden med et uledende Belæg, f. Ex. Guttaperka. Traaden bliver vistnok da kostbarere og en mulig Feil vanskeligere at finde; men til Gjengjæld er en saadan Traad paa langt nær saa meget udsat for at beskadiges, ligesom man jo heller ikke faar Udgifter til Anskaffelse og Vedligeholdelse af Klokker og Stolper, hvilket sidste i skovfattige Egne ikke er nogen uvæsentlig Omstændighed.

For saalænge som mulig at bevare disse mod Forraadnelse, bliver de gjerne gjennemtrukne med en Kobbervitriolopløsning eller overstrøgne med Tjære.

Undervandslinier og den transatlantiske Telegraf. Allerede tidlig havde man tænkt paa og forsøgt at nedlægge Ledninger i Vandet; men den første Linie af nogen synderlig Længde, som nedlagdes saaledes, var den, som Colt 1740 førte fra New York til Brooklyn under East-River. Da Vandet er

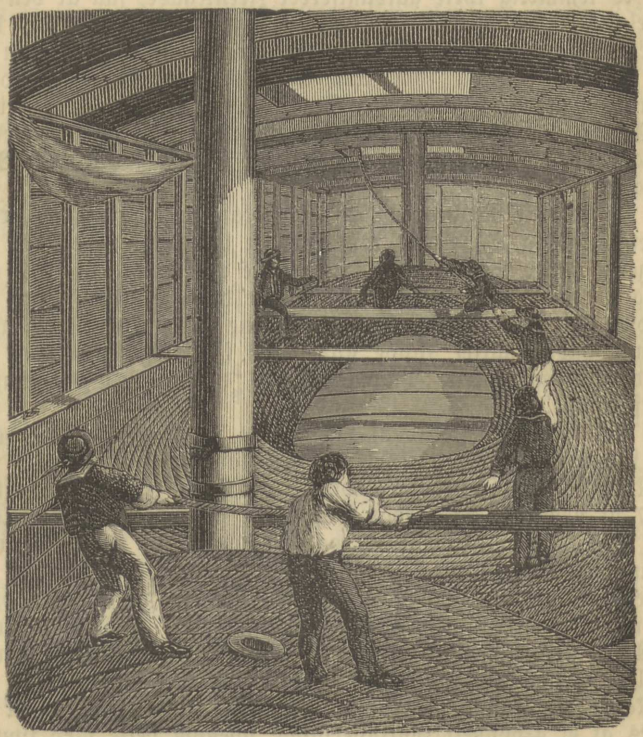

Fig. 182. Indladning af en Undervandskabel.

en god Leder for Elektricitet, er det nødvendigt at beskytte Traaden med et ikke-ledende Belæg, og da tillige paa mindre dybt Vand Strømninger og Bølgeslag m. m. let vil kunne afgnave eller sprænge Traaden, maa denne være temmelig solid. Først da Gurtaperkaen kom i Handelen i større Masser, og man lærte at kjende dens Egenskab, i Vand og ved stærkt Tryk at fastne mer og mer, kunde der blive Tale om længere Undervandsledninger.

I 1850 nedlagdes den første Telegrafkabel mellem Dover og Calais; den var omtrent 3 norske Mil lang, men den blev snart afskaaren og ubrugelig. En ny og solidere nedlagdes derpaa i Slutningen af 1851. Den bestod inderst af 4 Kobbertraade, hver belagt med et Guttaperkalag, og alle fire sammenspundne med Hampetoug. Det saaledes erholdte Toug gjennemtrængtes med en Blanding af Tjære og Talg, omgaves igjen med Hampetouge og beskyttedes sluttelig ved at omspindes med to temmelig tykke galvaniserede Jerntraade, saa at den hele Kabel fik et Gjennemsnit af $1^1/_4$ Tomme omtrent. Da dette Foretagende lykkedes, nedlagdes nu den ene Kabel efter den anden saavel i Europa som Amerika, saaledes fra England til Irland, Belgien, Holland, fra Spezzia over Korsika og Sardinien til Algier, det sidste mislykkedes først Gang paa Gang, medens mange andre Nedlægninger med heldigt Udfald foretoges i Middelhavet.

En saadan Nedlægning af Telegraftraade i Havet er en meget vanskelig Sag; dels kan Kabelen brydes ved de Ryk, som Bølgerne giver Skibet, dels kan det ske paa Grund af dens egen Tyngde, naar man kommer til meget dybe Punkter, eller den mindste Feil under Nedfiringen; Storme har flere Gange gjort, at man har maattet kappe Kabelen o. s. v. Nedlægningen kræver derfor den yderste Paapasselighed og nogenlunde gunstige Veirforholde.

Det lykkelige Udfald af saa mange Nedlægninger ledede til den storartede Tanke at forbinde den gamle og nye Verden med en Kabel. Amerikanerne Gisborne og Cyrus Field, forsøgte i 1857 at nedlægge en saadan, der skulde gaa over New Skottland, Cap Breton, New-Foundland og Atlanterhavet til Valentia i Irland, en Længde af 240 norske Mil, men Kablen sprang. Det næste Aar lykkedes dog Nedlægningen af en ny Kabel, hvoraf der medgik omtrent 300 Mil; Omkostningerne beløb sig til over 20 Mill. Kroner. Men efter kort Tids Forløb viste Kabelen sig aldeles ubrugelig. I 1865 gjordes et nyt mislykket Forsøg med en Kabel, der bestod af 7 sammenspundne Kobbertraade, der omgaves af et 4-dobbelt Guttaperkalag, udenom dette blev spundet Hampetouge, som sluttelig beskyttedes af 10 fine Jerntraadsliner. Kystdelene, der er mest udsat for at ødelægges, havde endnu en Hampbeklædning og derudenom et Belæg af 12 Jerntraadliner bestaaende af tre $^1/_4$ Tomme tykke galvaniserede Traade. Men, som sagt, Forsøget mislykkedes, Kablen maatte kappes. Aaret efter dampede „Great Eastern“ paany afsted med nok en Kabel, og 27de Juli 1866 var endelig det store Foretagende lykkedes. Strax efter opfiskede man ogsaa med meget Besvær det forrige Aars Kabel, der skjødedes og førtes videre; der kom saaledes til at ligge to Ledninger tæt ved Siden af hinanden.

En saadan Undervands-Ledning forholder sig omtrent som en Leydnerflaske, hvor Kobbertraaden er det indre Belæg, Vandet det ydre, og Guttaperkaen svarer til det isolerende Glas. Der vil derfor bindes en hel Del Elektricitet i Kobbertraaden, saa at først efter en længere Tids Forløb en elektrisk Strøm vil kunne naa frem gjennem Ledningen til den anden Ende af Traaden; Apparatet maa først til en vis Grad lades. Hvis man anvendte en stærk Strøm, kunde denne Ladning blive saa stærk, at den modsatte Elektricitet i Traaden og de nærmeste Vandpartikler udenom forenede sig tvers igjennem Guttaperkaen, hvorved Traadens Isolation ophørte, og Kabelen var ødelagt. Man maa af denne Grund ikke anvende nogen stærk Strøm; men da en saa lang Ledning, som der f. Ex. ved de transatlantiske Kabler er Tale om, yder en stor Modstand mod strømmende Elektricitet, saa vil Følgen heraf være, at Strømmen, inden den naar frem, er i den Grad svækket, at det er umulig selv at faa en Overdrager til at virke. Man kan altsaa ikke benytte sig af et almindeligt Modtagelsesapparat.

Man benytter i Stedet et af Englænderen Thomson konstrueret Speilgalvanometer, hvorved man sættes i Stand til at aflæse endog de allerubetydeligste Afvigelser i en Magnetnaals Stilling. Det bestaar af et almindeligt Galvanometer, hvis Naal, der er ganske let og ophængt i en enkelt Kokontraad, langs sin Axe er forsynet med et lidet og let Speil. Apparatet er fast anbragt paa et solid muret Underlag, der ikke staar i Forbindelse med den omgivende Bygning, forat være i desto høiere Grad sikret mod Rystelser udenfra. I større Afstand fra Galvanometret er opstillet en Elfenbensskala, under hvis Nulpunkt en trang Spalte udsender en smal Lysstribe fra en bagenfor staaende Lampe mod Galvanometrets Speil. For at Straalerne skal samles i Speilet, er der foran i en Afstand lig Brændvidden opstillet en konvex Lindse. Rummet et forøvrigt mørkt, og Telegrafbetjenten betragter gjennem en Kikkert Skalaen.

Naar der ingen Strøm gaar gjennem Multiplikatorens eller Galvanometrets Traadvindinger, vil Naalen og dermed Speilet staa i den magnetiske Meridian; den af Speilet reflekterede Lysstribe vil da vise sig ved Skalaens Nulpunkt. Men saasnart en Strøm sendes gjennem Linien, vil denne ved at passere Galvanometrets Vindinger bringe Naalen og dermed Speilet til at dreie sig en, om end aldrig saa liden Smule til den ene eller anden Side. Dels paa Grund af den ikke ubetydelige Afstand mellem Skalaen og Speilet, dels fordi det reflekterede Billede beskriver en dobbelt saa stor Vinkel som Speilet selv, vil man paa Skalaen tydelig kunne iagttage den mindste Bevægelse. Ved at sende lidt stærkere eller svagere Strøm gjennem Linien, vil man kunne faa Naalen til at gjøre større og mindre Udslag,

hvis Størrelse kan afpasses ved Anvendelse af en Kondensator mellem Affendingsstationens Batteri og Ledning. Man lader nu de større Udslag repræsentere Stregerne i Morses Alfabet, de mindre Punkterne, og herved opnaar man altsaa det samme som ellers ved de almindelige Modtagelsesapparater.

Den elektriske Strøm benyttes til mangfoldige Diemed; et saadant, der staar de almindelige telegrafiske Apparater nær, er til at frembringe Gangen hos de saakaldte elektriske Ure, hvis Indredning er yderst simpel i sin enkleste Form. Et Normalur, der drives paa vanlig Vis, er ved Ledningstraade sat i Forbindelse med de i Afstand anbragte elektriske Ures Skiver. I Nærheden af Normaluret er Batteriet anbragt, hvis Poltraade er sat i saadan Forbindelse med Uret, at der ved hvert Sekund, Minut eller Kvarter, udsendes en Strøm til de andre Skiver, hvor herved en Elektromagnet tiltrækker et Anker, saa at Spærrehjulet, hvortil Viseren er fæstet, bevæger sig en Tand frem, som ved Visertelegrafen nærmere omtalt.

XXV.

Telefon, Mikrofon, Tasimeter og Fonograf.

Vi skal her omtale nogle af den senere Tids Opfindelser, der vistnok endnu ikke har faaet nogen særdeles Betydning, men som i en ikke fjern Tid muligens vil komme til at spille en større Rolle i det daglige Liv, nemlig Telefonerne med deres Affødninger, Mikrofonen, Tasimetret og Fonografen. De er endnu i sin Barndom og modtage daglig Forbedringer, saa det er ikke let at spaa deres Fremtidsudsigter, skjønt Telefonen allerede nu har fundet ikke liden Anvendelse som Telegraferingsapparat til mere privat Brug.

Telefonerne. Overlærer Reiss i Frankfurth var den første, der konstruerede en Telefon, som dog kun formaaede at forplante Toner, ikke en talendes Stemme. Apparatet bestaar af en liden Kasse, paa den ene Side forsynet med et kort Rør, hvorigjennem man synger ind i Kassen. Paa dennes Overside er en cirkelformig Aabning, overspændt med en stram Hinde med et lidet Platinablik paa Midten. Tæt over dette er der fæstet en liden Stift af samme Metal, hvortil afvexlende Blikket vil nærme og fjerne sig, eftersom Hinden af Lydbølgerne sættes i Svingninger. Videre anvendes et lidet elektrisk Batteri, hvis ene Poltraad staar i Forbindelse med Blikket, medens den anden leder til Jorden; Platinastiften staar i Forbindelse med Ledningen til Modtagelsesstationen. Hver Gang nu Stiften under Hindens Svingninger berører Blikket, saa gaar der altsaa en elektrisk Strøm gjennem Telegraflinien.

Modtagningsapparatet bestaar af en Jernstang, der hviler paa en Resonansbund, og som er omviklet med en isoleret Metaltraad, hvis ene Ende er forbunden med Linien, medens den anden leder til Jorden. De fra Affenderapparatet hurtig paa hinanden kommende Strømme, der i Antal svarer til Tonens Svingningstal, vil da ligesaa ofte magnetisere og afmagnetisere Jernstykket. Men herved kommer Jernstykket selv i lignende Svingninger som Hinden, og der vil derved fremkomme den samme Tone, som atter forstærkes af Resonansbunden.

Bells Telefon, der fremkom i 1877, er et langt fuldkomnere Apparat, der ikke alene kan angive en i det sungen Tone paa lang Distance, men som endog formaar at gjengive Ord, og altsaa kan benyttes som et Samtalemiddel paa Afstand. Dens ydre Udseende og indre Indretning sees af Fig. 183.

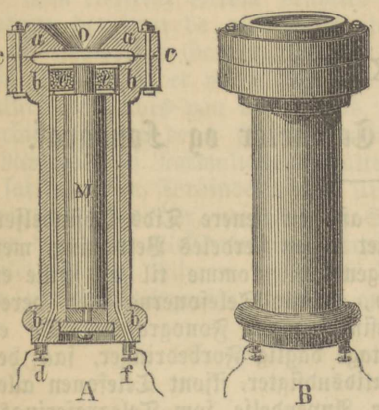

Fig. 183. Bells Telefon.

M er en Magnet, som øverst bærer et blødt Jernstykke omviklet med en isoleret Traadrulle e. Af Traadens Ender, der gjennem Kanaler i Telefonens Træindfatning fører til Klemskruerne d og f, staar den ene i Forbindelse med Ledningstraaden til Modtagelsesapparatet, den anden med en Jordplade. Over Induktionsrullen e er spændt et ganske tyndt Jernblik cc, der ved Skruer fastklemmes mellem de to Dele aa og bb, hvoraf Telefonen bestaar. Den øverste af disse Dele har en tragtformig Aabning O.

Sættes Munden til denne Aabning, og taler man nu gjennem denne ind mod Blikket, saa vil dette sættes i Vibrationer, hvorved det vil nærmes til eller fjernes fra Magneten, som herved afvexlende bliver stærkere og svagere. Men derved maa der igjen fremkaldes ligesaa mange Strømme i Induktionsrullens Spiral, og disse vil da gaa videre gjennem Traaden til Ledningen. Sætter man paa Modtagelsesstedet Ledningstraaden i Forbindelse med et aldeles lignende Apparat, idet den forbindes med den ene Ende af denne Telefons Induktionstraad, medens den anden ogsaa her ledes til Jorden, saa vil ved de ogsaa gjennem denne Induktionsrulle gaaende Strømme fra Afsenderapparatet Magnetens Styrke af- og tiltage, og Jernblikket frastødes og tiltrækkes aldeles lige hurtigt. Blikket kommer saaledes her i de samme Svingninger, disse forplantes til Luften, og man vil følgelig ved at lægge Øret til O faa høre de Ord, som er talt i den kanske flere Mil fjernede Afsendingstelefon. Man holder under Brugen Apparatet simpelthen i Haanden, medens det ellers hviler paa en egen Allarmeringsindretning, der gjør det muligt for den Talende at vække Opmærksomhed, naar han vil begynde en Samtale.

Instrumentet har i den korte Tid, hvori det har været kjendt, allerede faaet flere Forbedringer, hvorved det nu ikke længer er nødvendigt at lægge Øret til; man har ved særskilte

Anordninger opnaaet, at flere Personer, der befinder sig i samme Rum, samtidig kan høre Telefonens Ord eller Toner; man har saaledes allerede holdt Koncerter pr. Telefon. Ikke alene i Amerika, hvor Graham Bell gjorde sin Opfindelse, men ogsaa i de europæiske Lande har Telefonen allerede faaet stor Udbredelse i Forretningsverdenen, i Hoteller og det private Liv, ligesom den ogsaa strax er bleven taget i Brug af Dykkere, idet de befæster en Telefon til Munden og en til Øret, hvorved de naarsomhelst kan sætte sig i Forbindelse med sine over Vandet værende Hjælpere. For meget store Afstande kan Apparatet endnu ikke anvendes, da de fremkaldte Induktionsstrømme er meget svage.

Thomas Edison i New York, oprindelig Telegrafist, i de sidste Aar i mangfoldige Retninger bekjendt som en genial Opfinder, havde allerede længe syslet med Telefonforsøg. Han havde lagt Mærke til, at et Stykke Gaskul viste en paafaldende Forandring i sin Ledningsevne for Elektricitet, eftersom det udsattes for større eller mindre Tryk. Naar han lagde et saadant Kulstykke eller en Grafitplade mellem to Metalplader, som stod i Forbindelse med hver sin Poltraad fra et elektrisk Batteri, vilde selv den mindste paa den øvre Plade anbragte Vægt bringe Naalen paa et i Ledningen indskudt Galvanometer til at svinge mærkbart ud og saaledes tilkjendegive, at der nu gik en stærkere Strøm end før gjennem Traaden. Eftersom Belastningen forøgedes eller formindskedes, blev Strømmen stærkere eller svagere. Denne Jagttagelse bragte han i Anvendelse i sin saakaldte

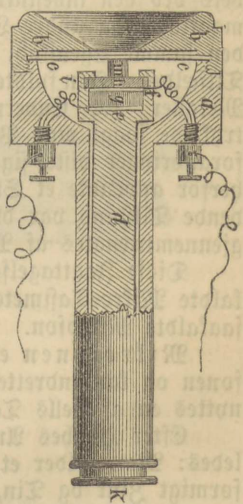

Fig. 184. Kultelefon.

Kultelefon, hvoraf i Fig. 184 er fremstillet et Gjennemsnit. Ved en Prøve viste det sig, at man med denne Telefon kunde tale mellem Washington og Filadelfia, en Afstand af 224 Kilometer (næsten 20 norske Mil), medens en almindelig Magnettelefon som Bells ikke hørtes længer end 45 Kilometer (4 Mil).

g er Grafitpladen, e og f tynde Platinaplader, der gjennem hver sin isolerede Traad staar, den ene i Forbindelse med en Jordplade, den anden gjennem et elektrisk Batteri med Linien. Paa Pladen f hviler en liden Glasskive h og paa denne igjen et ganske kort lidet Messingrør m, som er fastgjort til den cirkelrunde Metalplade c. Denne er ikke et papirtyndt Blik som i

Bells Telefon, men saa tyk og stiv, at den ikke kommer i mærkbare Svingninger; alligevel formaar den at optage Luftsvingningernes Stød og forplante dem videre til Grafitpladen, som derved afvexlende bliver udsat for større og mindre Presning og slipper stærkere eller svagere elektriske Strømme igjennem til Ledningen; denne fører dem atter videre til den paa Modtagelsesstationen anbragte Telefon, der altid er en Magnettelefon som Bells; Kultelefonen benyttes blot som Afsender. Mundstykket b er skruet fast til en Hylse a af hærdet Kautschuk, hvori Kjernen d ligger. Denne strækker sig fra Platinblikket e til Skruen k, hvorved den kan stilles, saa at den presser Grafitstykket mere eller mindre.

Denne forbausende Forskjel i Ledningsevnen ved de mindste Forandringer af Trykket, forklarer Edison paa den Maade, at ved voxende Tryk bringes flere og flere af det porøse Kuls Smaapartikler i Berørelse med hinanden eller ialfald nærmere ind til hinanden; mindskes Trykket, fjernes de atter dels ved sin egen, dels ved den indesluttede Lufts Elasticitet. Var dette saa, saa maatte ogsaa andre Ledere, naar man fik dem porøse nok, vise den samme Egenskab, og Edison har ogsaa paavist, at dette er Tilfældet. Han fyldte nemlig smaa Rør med ganske fint fordelte Metaller, for Enderne lukkedes disse med Metalpropper, som trykkede svagt mod Pulveret. Den samme Følsomhed for Trykforandringer viste sig ogsaa her og ligesaa, om han i Stedet herfor anvendte et Stykke almindeligt Trækul, som i hvidglødende Tilstand var dyppet i Kviksølv, hvorved dets fineste Porer gjennemtrængtes af Metallet.

Disse Jagttagelser ledede Edison til Opfindelsen af sit saakaldte Mikro-Tasimeter og hans Landsmand Hughes til den saakaldte Mikrofon.

Mikrofonen er i Grunden blot en Udvikling af Kultelefonen og kan indrettes paa mange forskjellige Maader; altid benyttes en af Bells Telefoner som Modtager.

Efter Hughes Angivelse kan man indrette Mikrofonen saaledes: Man fylder et lidet Glasrør med en Blanding af pulverformigt Zink og Tin, saakaldet hvid Bronce eller Sølvpulver, lukker for Enderne med Propper af Gaskul saaledes, at de trykker let mod Pulveret, og sætter disse i Forbindelse med hver sin af et Batteris Poltraade. Indskyder man saa i denne Ledning en Bells Telefon, vil man, om man lægger Røret paa en Resonanskasse, i Telefonen tydelig høre de med den sagteste Hvisken i Kassen udtalte Ord. Ogsaa andre Metalpulvere kan bruges, naar de blot holder sig fuldkommen metalliske.

Endnu simplere benyttes et, som før beskrevet, med Kviksølv gjennemtrængt Trækulstykke, hvorved man opnaar aldeles det samme som ved Glasrøret, da man ogsaa her faar en Søile af

yderst fint fordelt Metal, eller ogsaa blot et Stykke Gaskul, saadant som anvendes ved elektrisk Belysning. Dette Kulstykke tilskjæres saa, at det danner en i begge Ender tilspidset Cylinder, og stilles vertikalt mellem to til en opretstaaende Resonansbund fæstede Gaskulstykker. Til disse fæstes atter Traadene til Batteriet og Modtagelsestelefonen.

Ved en saaledes indrettet Mikrofon vil man ikke alene i den fjerne Telefon tydelig høre, hvad der bliver talt mod Resonansbunden, om end aldrig saa sagte, en Flues Surren i Værelset eller et Urs svage Tikken; men man vil endog høre Lyd, som ellers ikke noget Øre formaar at opfatte selv i umiddelbar Nærhed, som det letteste Strøg af en myg Pensel henover Fladen, en Flues Gang paa den o. s. v.

Navnet antyder, at denne Indretning for Øret skulde være, hvad Mikroskopet er for Øiet. Hvilke Følger denne Opfindelse vil have, er ikke godt at sige, den er jo endnu ikke to Aar gammel; men at den kan lede til mange interessante Opdagelser, og at den saavel for Videnskaben som Livet kan blive af stor Værdi, synes slet ikke urimeligt.

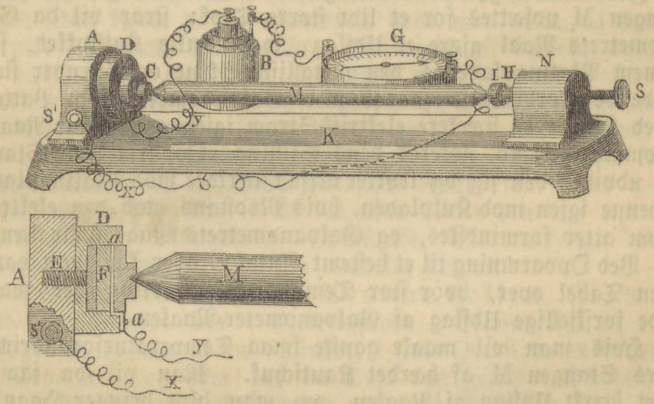

Fig. 185. Edisons Mikro-Tasimeter.

Edisons Mikrotasimeter eller blot Tasimeter er ogsaa, som nævnt, et Apparat, der grunder sig paa de af Opfinderen gjorte Kulforsøg, ja det er egentlig kun en Kultelefon, der anvendes til Maaling af uendelig smaa Temperaturforandringer, ikke til at opfange Lyd. Naar man erindrer, at alle Legemer udvider sig ved Varmen, at altsaa et ved begge Ender fæstet Legeme ved Varmeforøgelse derfor vil udøve et større Tryk mod Befæstigelsespunkterne, at ved Forandringer i Tryk et Kulstykke forandrer sin Ledningsevne for Elektricitet, og at selv ganske

smaa Forandringer i en elektrisk Strøms Styrke kan mærkes i et Galvanometer, saa indser man, at Kultelefonen maa kunne benyttes til Angivelse ogsaa af Temperaturforandringer.

Edisons Konstruktion af Tassimetret sees af Fig. 185, hvor ogsaa de vigtigste Deles indre Anordning er vist i et noget forstørret Gjennemsnit. Paa det solide Underlag K er med 10 Centim. Mellemrum fæstet de to Stænderе A og N, alt af Metal. D er en hul Skive af hærdet Kautschuk, i hvis Fordybning Gaskul- eller Grafitpladen F er anbragt. Skruen E, hvormed D fæstes til A, er paa sin mod F vendende Flade belagt med et Platinablik; mod den ydre Flade af F ligger ogsaa an et Platinablik a a, der atter staar i Forbindelse med den isolerede Kobbertraad y. Mellem Metalpladen C og den ved den anden Stænder paa Tappen H siddende Skive J indsættes den i Enderne tilspidsede Stav M, der kan fæstes ved at skrue paa S.

Paa Stænderen A er anbragt en Skrue S', hvorfra Traaden x fører til et følsomt Galvanometer G, medens y leder til den ene Pol af et elektrisk Batteri B, hvis anden Pol atter staar i Forbindelse med den anden Skrue paa Galvanometret.

Idet man begynder Undersøgelserne skrues S noget til, saa at Stangen M udsættes for et lidt større Tryk; strax vil da Galvanometrets Naal gjøre et Udslag, idet nemlig Kulstykket, som gjennem Platinapladerne, den metalliske Skrue og Stænder staar i ledende Forbindelse saavel med Galvanometer som Batteri, herved slipper en stærkere elektrisk Strøm igjennem. Naar Naalen er kommen til Ro, noteres dens Stilling. Opvarmes nu Staven lidt, udvider den sig og trykker altsaa stærkere mod Platinapladen og denne igjen mod Kulpladen, hvis Modstand mod den elektriske Strøm atter formindskes, og Galvanometrets Naal slaar længer ud. Ved Opvarmning til et bestemt Antal Grader kan man danne sig en Tabel over, hvor stor Temperaturforandring der svarer til de forskjellige Udslag af Galvanometer-Naalen.

Hvis man vil maale ganske smaa Temperaturforandringer gjøres Stangen M af hærdet Kautschuk. Man vil da faa et meget stærkt Udslag af Naalen, om man blot bringer Haanden paa flere Centimeters Afstand fra M. Ved at benytte det saa særdeles følsomme Thomsons Speilgalvanometer og en noget mere indviklet Anordning, bliver man i Stand til at maale aldeles utrolig smaa Forandringer i Temperaturen. Det siges saaledes, at man paa den Maade endog har kunnet maale Fixstjerners saa uendelig ringe Varmeudstraaling til vor Jord ved med et Brændglas at samle deres Straaler paa Kautschukstangen.

Men Tasimetret kan ogsaa anvendes til Maaling af Luftens Fugtighedsgrad. Man indsætter da blot istedetfor Kautschukstangen en Stang af Gelatin. Denne udvider sig nemlig, naar den

fugtes, og der opstaar temmelig betydelige Udslag, om man kun lægger paa den en ganske svagt fugtig Papirstrimmel.

Fonografen. Inden endnu Forbauselsen over Telefonen havde lagt sig, og medens man endnu kun var kommen til de første Forsøg med det nye, besynderlige Instrument, hørte man atter fra Amerika om et endnu vidunderligere, der kaldtes Fonograf eller Lydskriver, og hvorom der fortaltes de underligste Ting. Beretningen lød som det bekjendte Münchhausens Eventyr om Tonerne, som frøs fast i Hornet for siden i det varme Værelse atter en for en at fremkomme, eftersom de tøede op. Man talte, hed det, ind i et Instrument, som derved indridsede sine besynderlige Tegn i en Metalplade. Senere kunde man paany, om det saa skulde være efter Aarhundreders Forløb, faa Maskinen til Ord for Ord og med den talendes Stemme at gjentage det sagte. Man kunde gjerne sende Maskinens Skrift i Posten til en Ven; havde denne blot samme Slags Instrument, kunde han faa høre den kjæres Stemme tale i Stedet for de kolde Skrifttegn. Den feirede Sangerinde behøvede ikke længer at reise Verden om; hun kunde blot hjemme paa sit Værelse synge sine Toner for det lille, tause Instrument, i hvis Plade de indgravedes; siden kunde de saa gjentages, hvor man vilde, og Sangen henrykke Tilhørere, længe efterat Stemmen var brusten, og Jorden dækkede den, som sang. Det vilde være forbi med alle Hurtigskrivere, alle Staalpennefabrikanter, og mange mange andre.

Saaledes omtrent lød de første, begeistrede Beretninger, og om de end var temmelig overdrevne, om Fonografen kanske aldrig kommer til at spille den store Rolle, som man i Begyndelsen var tilbøielig til at tro, saa bliver den dog altid en interessant og vidunderlig Opfindelse, allermærkeligst kanske derved, at Instrumentet er saa uendelig simpelt.

Det var atter den samme Thomas Edison, som digtede dette nye Eventyr ind i Virkeligheden i Begyndelsen af 1878. Fonografen bestaar af en Cylinder, i hvis Overflade er inddreiet en Skruelinie, og som ved en Svev kan sættes i Omdreining. Axen bestaar udenfor Cylinderen ogsaa af en Skrue, hvis Stigning er saadan, at en Omgang hos denne nøiagtig svarer til en Omgang hos Cylinderens Skruelinie. Da nu videre Lagrene er dannet som Møtrikker for Axeskruen, saa indsees det, at Cylinderen under Omdreiningen ogsaa vil bevæge sig stadig ud til Siden. Axen er forsynet med et lidet Svinghjul forat gjøre Bevægelsen jævnere. Paa Instrumentets Underlag er fæstet det Apparat, hvori man taler. Det bestaar ligesom den øverste Del af Telefonen af et Mundstykke med kegleformig Aabning, hvorunder er spændt et omtrent $^1/_{10}$ Linie tykt Jernblik, og til hvis undre Side er fæstet et Par smaa Stykker af Gummi-elastikum. Imod disse hviler en Staalfjær, der paa sin yderste Ende bærer

en liden Metalstift, som ved Hjælp af Skruer kan indstilles saa, at den ligger fast an mod den med et Tinfoliebelæg overdragne Cylinder.

Naar man nu taler eller synger ind i Mundstykket, saa sættes Jernblikket og dermed den lille Stift paa Fjæren i op- og nedgaaende Svingninger, hvorunder den i Tinfoliebladet trykker stærkere eller svagere, forskjelligt formede Fordybninger, der altsaa er afhængige af de Svingninger, hvori Stemmen sætter Luften. Hvis man nu samtidig dreier Cylinderen rundt, saa vil følgelig Tegnene blive indridsede i en fortløbende Skruelinie, svarende til Cylinderens Indsnit. Fjernes nu Mundstykket med Stiften lidt fra Cylinderen, dreies denne tilbage, indtil den indtager samme Stilling som ved Begyndelsen, og saa atter Mundstykket bringes i nær Berørelse med Tinfoliebelægget, saa vil ved Haandtagets Omdreining Stiften følge alle de før indtrykkede Fordybninger, den vil altsaa sættes i de samme op- og nedgaaende Bevægelser som før, Blikket vil derved komme i samme Svingninger, disse forplantes til Luften, og Apparatet taler, gjentager i rette Orden de til det udtalte Ord eller indsungne Toner.

I Stedet for at lade Tinfoliebladet blive staaende paa samme Instrument, kan man naturligvis tage det af og befæste det i samme Stilling paa en nøiagtig ligedannet Fonografs Cylinder; man kan altsaa gjerne sende Skriften i Posten, hvorhen man vil, og her lade den gjentage Talen.

For at faa den samme Talestemme er det nødvendigt, at Maskinen dreies lige hurtigt om. Sker Omdreiningen hurtigere bliver Stemmen høiere, sker den langsomt, faaes en dyb Basstemme frem. Da det er vanskeligt ved Hjælp af Haanden at tilveiebringe en fuldstændig ensartet Omdreining, saa har man hertil ogsaa brugt et Urverk, der sættes i Forbindelse med Axen.

Tinfolien er imidlertid svag og blød, saa at Indtrykkene let udslettes, og det samme Blad kun kan bruges nogle ganske faa Gange. Man har derfor af dette første Tinfolieblad taget galvanoplastiske, tynde Kobberplader. Ligesaa har man, siges der, med Held umiddelbart paa Cylinderen anbragt tyndt Blik af Kobber eller Jern, ja endog Staal, og altsaa indridset Tegnene heri. Staalet besidder jo den vigtige Egenskab, at det ved passende Ophedning og Afkjøling kan blødgjøres og atter hærdes. Man benytter sig nu heraf, idet man, naar Blikket skal beskrives, linner det og siden, naar det har modtaget Indtrykkene, atter hærder det, hvorved man faar en Plade, som kan benyttes Gang efter Gang og først meget langsomt afnyttes.

XXVI.

Kunstig Belysning.

I de nordlige Lande er Vinterdagen ganske kort, til sin Tid kun faa Timer lang, og i Polarlandene raader der jo endog indtil flere Maaneders uafbrudt Nat. Her kunde derfor om Vinteren kun lidet Arbeide trives, der vilde blive godtsom ubeboeligt, hvis man ikke paa kunstig Vis kunde hæve Mørket, kunde oplyse Natten. Havde ikke Mennesket lært sig dette, vilde ogsaa en i mange Lande særdeles vigtig Erhvervskilde, Bergværksdriften, været aldeles umulig. Men det er ikke alene af denne Grund, at Spørgsmaalet om kunstig Belysning er et af de for Mennesket vigtigste; det har ogsaa i sædelig Henseende en stor Betydning. Mørket er Lasternes og Forbrydelsernes bedste Ven, medens Lyset oftest bringer dem til at grue og forsvinde; høist usikker vilde derfor Færdselen især i de store Byer være om Natten, hvis man ikke kunde kunstig oplyse dem.

Heldigvis ligger der dog mange Midler nær for Haanden til at skaffe sig en kunstig Belysning; godtsom enhver Flamme er jo et saadant, og man har derfor ogsaa fra de ældste Tider benyttet sig heraf. Det simpleste og første Belysningsmiddel var Fakler af harpixholdige Træsorter, fed Furu og lignende. Ogsaa Fakler, gjennemtrængte med Beg eller dannede af Siv dyppede i smeltet Fedt var i almindelig Brug, flere steds endog lige ind i det 18de Aarhundrede. Allerede tidlig benyttede man sig imidlertid ogsaa af Olielamper med en Vege eller Lys, forarbeidede af Vox og siden af Talg. Lys af Stearin, Spermacet og Parafin skriver sig derimod først fra dette Aarhundrede, længe efter at alt Lysgasen var bleven opfunden. I den seneste Tid er Lysene mere og mere blevne fortrængte af Petroleums- eller Jordolje-Lamper, og allersidst, egentlig først i de nærmeste Aar, har den elektriske Belysning begyndt at spille en Rolle eller staar i al Fald paa Dagsordenen. Det er altsaa de sidste 100 Aar, der ved Naturvidenskabernes, paa dette Omraade specielt Kemiens og Fysikens, saa utrolig rige og raske Udvikling ogsaa har været i

Stand til at fuldkommengjøre den kunstige Belysning i en forbausende Grad.

Man kan inddele Belysningsstofferne i faste, flydende og gasformige, hvorfra dog maa undtages det elektriske Lys, der er af en ganske eiendommelig Art. Det er dog, i hvilkensomhelst af de tre Former man har Materialet, egentlig Gasarter, som brænder; Forskjellen bestaar blot deri, at i de første Tilfælde produceres Gasen paa Stedet af et dertil skikket fast eller flydende Stof, i sidste Fald ledes den fra det mer eller mindre fjerne Fabrikationssted som Gas til det Rum man vil oplyse.

I alle disse tre Tilfælde er det altsaa en Flamme, der frembringer Lyset; en saadan behøver dog i og for sig ikke at være lysende. Vi har før hørt, at der gives særegne Varmestraaler, som i al Fald af vort Øie ikke kan opfattes som medførende Lys, og man har virkelig ogsaa Flammer, som tiltrods for Udviklingen af en meget betydelig Hede, er godtsom aldeles ikke-lysende; dette er f. Ex. Tilfælde med brændende Vandstofgas. Indbringes derimod i en saadan Flamme et fast Legeme, f. Ex. et Kalkstykke eller en Platinatraad, saa vil denne ved den udviklede Varme blive glødende og udsender da Lys. Noget lignende er Tilfælde med alle Flammer, det er faste Legemer, som af dem bringes i Glødning, der gjør dem lysende; som oftest er dette faste Stof Kulpartikler, der udskilles under den kemiske Proces, der kaldes Forbrænding, og som er en Forbindelse af de i Gasarter indeholdte Emner med Luftens Surstof.

For at en Flamme skal lyse, er det altsaa nødvendigt, at den indeholder Kulstof, som under Forbrændingen udskilles; men Flammen vil igjen blive lidet lysende, om der udskilles en altfor stor Mængde Kul, den vil da sode eller ryge, som man siger. Dette kan igjen afhjælpes ved at tilføre Luft i rigeligere Mængde, saa at den udskildte Sod, idet den naar Flammens yderste Del og her kommer i Berøring med større Luftmængder, selv ved disses Surstof forbrænder. Enhver lysende Flamme viser tre forskjellige Dele. Den inderste, nærmest Vegen værende Del bestaar blot af de dannede Gasarter, er lidet lysende og har liden Varme, fordi Luften ikke faar Adgang til den. Derefter følger det midtre, stærktlysende Parti, hvori Kulpartiklerne udskilles og ved den forhøiede Varme kommer til Glødning. Denne Del omgives atter af et Skal, som har den høieste Temperatur, fordi her kommer størst Luftmængde til, men denne er atter lidet lysende, da her Kulpartiklerne selv forbrænder. Tilføres meget Luft, stiger Temperaturen i høi Grad, den yderste og mellemste Del af Flammen bliver større, Kulpartiklerne bringes i heftigere Glødning og Lysningsevnen tiltager; tilføres imidlertid endnu mere Luft, blæser man saaledes en Luftstrøm saavel indvendig i som udenom en Gasflamme, saa vil Kullet næsten øieblikkelig

forbrænde, og Flammen bliver da atter lidet lysende. Det gjælder altsaa at skaffe meget, men heller ikke altfor meget Luftdrag til for at faa den størst mulige Lysmængde.

Vandstofgasen alene kan altsaa ikke lyse, fordi den ikke indeholder noget fast Stof, der kan bringes til Glødning; heller ikke en Spiritusflamme giver synderligt Lys tiltrods for, at den indeholder Kulstof; men dette udskilles ikke i fast Form før Forbrændingen. Derimod vil Terpentinolie give daarligt Lys af den Grund, at den udvikler en saa rigelig Mængde Kul, at kun lidet deraf under almindelige Forholde kan bringes til Forbrænding. Blander man nu Terpentinolie med Spiritus, faar man derimod frem en Væske, der giver en god Lysflamme. Kamfin, Gasæther m. m., som undertiden anvendes, er netop saadanne Blandinger.

I det følgende vil hver for sig blive behandlet Belysning ved Hjælp af: 1. Lys, 2. Oljer, 3. Gas og 4. Elektricitet.

1. Lys.

I Dyrenes Indvolde findes ofte store Mængder Fedt ansamlet, især i Form af fast Talg, der smelter ved Opheding og atter størkner, naar den afkjøles.

Vox findes ogsaa meget udbredt i Naturen om end i smaa Mængder som et ganske tyndt Belæg paa Planternes Blade, Stængler og Blomster. I større Mængder findes det som bekjendt ansamlet i Bikuber, hvor Cellevæggene er dannede heraf. Disse to Stoffe, som jo ellers er meget forskjellige, forekommer altsaa færdigdannede af Naturen selv og maatte selvfølgelig blive de første Emner, man benyttede til Lysfabrikationen.

Vox- og Talglys har derfor været kjendt allerede meget tidlig. Men da Voxlysene faldt særdeles kostbare, blev de efterhaanden fortrængt af de andre Lyssorter, og Vox benyttes nu i dette Øiemed næsten blot til de saakaldte Voxstabler, der oprindelig skal skrive sig fra Venedig. De dannes ved Neddypning af en Bomuldsvæge i smeltet Vox, indtil man har faaet frem den forønskede Tykkelse, hvorpaa man ved Rulning med et glat Træ paa et Bord gjør dem jævne og runde.

Ogsaa Talglysene kan dannes ved en saadan Neddypning eller Støbning, og dette var i den første Tid og er fremdeles paa Landet den almindeligste Fabrikationsmaade. Man afskjærer Bomuldsgarns-Veger i lidt over den dobbelte Længde af Lysets, bøier dem sammen paa Midten, saa at der dannes en Løkke, hvorved man hænger dem op paa Kroger, tynde Pinder eller Metaltraade. Derpaa dyppes de et Par Gange ned i smeltet Talg, saa at man kan faa Vegernes to Dele til at feste sig godt sammen. De dyppes nu atter flere Gange ned i Talgen, idet man mellem hver Gang lader den til Vegerne festede Talg stivne,

indtil Lysene har faaet den forønskede Tykkelse. Naturligvis indretter man sig saa, at flere Lys kan støbes paa en Gang.

De i Handelen forekommende Talglys er nu næsten altid fremstillede i egne Former, helst af Tin, der danner et Rør, aabent og videst i den Ende, der skal blive den nederste paa Lyset. Den anden Ende er tilspidset og lukket med Undtagelse af et Hul saa trangt, at Vegen fuldstændig fylder det, naar den ved Hjælp af en lang Naal er indtrædt. For ved den aabne Ende at holde Vegen midt i Røret anvender man enten blot en Metaltraad, der stikkes ind i Løkken, eller man kan have en egen Indretning, hvorved Vegen bedre strammes. Formerne er videre forsynet med en fremspringende Rand ved den aabne Ende og hænges ned gjennem Huller i et Bord, som er indrettet saa, at en større Mængde Former kan fyldes paa en Gang. Naar Talgen er størknet, trækkes Lysene let ud.

Talglysene er imidlertid ikke meget behagelige, de er fedtede at tage i, har en styg gul Farve, vil let ose og rinde, og Vegen maa uafladelig pudses, da den ikke forbrænder af sig selv. De benyttes derfor nu kun, fordi de er saa særdeles billige, thi man har lært at fabrikere Lys, der ikke har nogen af de ovennævnte Mangler, nemlig de saakaldte

Stearinlys. Det er de to Franskmænd Braconnot og Chevreul, som man skylder Opdagelsen af Fedtets kemiske Sammensætning, der senere ledede til Fremstillingen af de saa bekjendte Stearinlys. Den første viste i 1815, at Fedtarterne kan adskilles i en fast og en flydende Del, og at det Forhold, hvori de indbyrdes forekommer, bestemmer, enten Fedtet er fast som Talg, halvflydende eller oljeagtig flydende. Han kaldte den faste Del Stearinsyre og den flydende Oleïn- eller Oljesyre og troede, at Fedt bestod udelukkende af disse Syrer. Chevreul opdagede imidlertid 1820, at dette ikke er Tilfældet, men at Fedtet forholder sig nærmere som et Salt, idet det ogsaa indeholder en Base, Glyceryloxyd, der med Vand danner det af enhver kjendte Glycerin. Som faste Syrer indgaar i Forbindelsen Palmitinsyre, ligesom der ogsaa af flydende Syrer findes flere end Oleïn i de forskjellige Fedtarter, saasom Smørsyre, Valerianasyre m. m., der har en eiendommelig, ofte høist ubehagelig Lugt; det er saadanne, som dannes, naar Fedt bliver harsket.

Allerede de to nysnævnte Mænd fremstillede Lys af de faste Emner, men de var endnu temmelig urene og Fabrikationsmaaden kostbar, saa at de ingen videre Udbredelse fik. Det var først de Milly, ogsaa en Franskmand, hvem det i 1831 lykkedes at fremstille Stearinlys, som baade var gode og af et smukt Udseende, men de faldt dog fremdeles dyre. Han smeltede Fedtet og tilsatte kaustisk (brændt) Kalk udrørt i Vand; denne træder

da i Forbindelse med de fede Syrer til en uopløselig Kalksæbe, der synker tilbunds, medens den frigjorte Glycerin holdes opløst og kan skaffes bort. Ved derpaa under Opvarmning at sætte Svovlsyre til Kalksæben faar man en tungt opløselig svovlsur Kalk eller Gips, der efter en Stunds Forløb afsætter sig paa Bunden af Karret, medens de fede Syrer bliver fri, tappes af og støbes ud i Former. Naar de er stivnede, indlægges Massen i Tøi og pressés stærkt, først koldt, derpaa varmt, indtil man har faaet fjernet alle flydende Syrer og kun har Stearinen igjen.

Som Væge anvendte han flettet Bomuldsgarn, der neddyppedes i en Boraxopløsning. Stearinen indeholder nemlig endnu lidt Kalk, der gjør Vegerne lidet porøse; er der imidlertid tilsat Borax, saa vil denne ved Flammens Indvirkning smelte sammen med Kalken og Vegens Aske til ganske smaa Glaskugler. At Vegen er flettet har en stor Betydning, idet det nemlig er dette, der bringer den til at bøie sig udad, saaat den kommer ind i den ydre, hedeste Del af Flammen, hvor den fuldstændig forbrænder til Aske. Lysene selv formes som Talglys i Tinformer. For at ikke Stearinen skal krystallisere for grovt, hvorved Lysene bliver skjøre, afkjøles de hurtig i koldt Vand. Derpaa kommer de til Polermaskiner, hvor de glattes ved at passere flere Valser.

Istedetfor at skille Glycerinet ud ved Tilsats af Kalk, den saakaldte Forsæbning eller Saponifikation, bruger man nu som oftest blot under Opheding at tilsætte koncentreret Svovlsyre, der gaar i Forbindelse med Glycerinet, medens de fede Syrer bliver fri, flyder ovenpaa og tappes af, hvorpaa de skylles med Vand for at bortskaffe Svovlsyren. Ved Syrens Indvirkning paa enkelte af de i Fedtet indeholdte Stoffe, bliver de fede Syrer mørke; man destillerer dem derfor siden med overhedet Vanddamp og faar derved en klar Væske, som bringes til Størkning og ved Presning skilles i Stearinsyre og Oljesyre. Denne sidste benyttes i Sæbesyderierne til Sæbe, der ikke er andet end fede Syrers Forbindelse med Alkalier (Kali eller Natron). Først da man fandt paa at benytte Oleïnet paa denne Maade, kunde Stearinsyren blive saa billig, at Lys heraf kunde komme i almindeligt Brug.

Spermacet kaldes den faste, fede Syre, som faaes af det i Kaskelothvalens Hoved indeholdte Fedt; ogsaa dette har været anvendt til Lys.

Naar man destillerer Tjære, som er vundet af Torv, Brunkul eller enkelte Skiferbergarter, saa gaar der først over nogle meget flygtige Oljer, dernæst følger de mindre flygtige, hvoriblandt den saakaldte Parafinolje, og tilbage bliver da de mindst flygtige, hvoraf man som et hvidt, voxlignende, fast Stof faar Parafin, der som bekjendt bruges til særdeles smukke og klartbrændende Lys. Den er dog saa letsmeltelig, at den maa til-

sættes Vox eller Stearin, før den formes. De her sidst nævnte Emner hører ikke til de fede Syrer, men til flygtige eller etheriske Oljer.

2. Belysningsoljer og Lamper.

Oljer kalder man en hel Del, iøvrigt høist forskjellige, i Naturen forekommende eller paa kunstig Vis frembragte, flydende Emner. Man har fede Oljer, som ikke tørker ind, saaledes Rapsolje, Bomolje, Palmeolje, Olivenolje osv., hvoraf nogle bruges som Belysningsemner, andre som Fødeemner og atter andre til Smurning for Maskiner m. m. Man har fede Oljer, som fuldstændig tørker i Luften, saasom Linolje, Hampolje m. fl., og som bruges ved Malning. Videre har man en hel Mængde ikke fede, men flygtige eller etheriske Oljer, der dels kan benyttes som Belysningsstoffe, dels til Parfumerier; de har nemlig paa Grund af sin Flygtighed en eiendommelig, behagelig eller ubehagelig, Lugt. Som Belysningsstof anvendes saaledes den før nævnte Parafinolje og Træolje, hvilken sidste fremstilles af Trætjære; i den seneste Tid er dog disse to Sorter godtsom aldeles fortrængt af Petroleum eller Jordolje, der paa flere Steder, især i Amerika, findes færdig dannet af Naturen selv. Alle disse Oljer er hovedsagelig Kulvandstofforbindelser.

Inden vi gaar over til nærmere at betragte de til Belysning benyttede Oljer, maa vi med et Par Ord omtale de yderst vigtige Stoffe Kautschuk og Guttaperka, der ogsaa er indtørrede kulvandstofholdige Safter af flere tropiske Træsorter. Kautschuken er opløselig i Terpentinolje og Svovlkulstof og benyttes til vandtætte Tøier, til elastiske Rør osv. Det bliver endnu mere elastisk, naar man tilblander lidt Svovl, hvorved faaes saakaldet vulkaniseret Kautschuk. Blandes endnu mere Svovl til, faaes faste, hornagtige Masser. Guttaperka er ved almindelig Temperatur haard, ved Opheedning bliver den blød og kan da formes.

Fede Oljer. Indtil den sidste Tid var det de fede Oljer, man benyttede som Belysningsoljer, saaledes den saakaldte „Lampeolje", der især vindes af Frøet hos Rapsplanten, som af denne Grund mangesteds dyrkedes i store Mængder. Man benytter ved Forbrændingen en Vege af Bomuldsgarn, enten vævet til en liden Cylinder, et fladt Baand eller blot som enkelte, løsspundne Traade. Vegen bruges for at skaffe et nogenlunde ligeligt Tilløb af Olje til Forbrændingsstedet, hvorved Forbrændingen bliver mere jævn; men den er i og for sig ikke absolut nødvendig. Ved sin Haarrørskraft vil Vegen suge Oljen op til sin øverste Ende, hvor Antændingen sker.

I sin enkleste Form bestaar Lampen for Forbrændingen af fede Lysoljer blot af en skaalformig, i den ene Ende til et

Næb uddraget Beholder af Metal eller Ler, i hvis Laag er anbragt en større Aabning for Paafyldning af Oljen og en mindre, hvorigjennem Vegen, bestaaende af flere sammenlagte, løse Traade, trædes, saa at den øverste Ende rager op over Aabningen, medens den øvrige Del af den ligger nede i Oljen. Saaledes var de antike Lamper indrettede, saaledes er ogsaa de fleste, der endnu benyttes i Gruber, og kun faa Forandringer var gjort heri lige til forrige Aarhundrede. Om man indrettede dem til at hænge paa Væggen eller forsynede dem med en høiere eller lavere Fod, gjorde jo intet til Sagen.

Først i forrige Aarhundrede fandt man paa at anvende et eget Oljehus, hvorfra Oljen gjennem et Rør førtes hen til Vegen, som nu vævedes til et Baand og skjøves op efter hvert, som den forbrændtes, ved Hjælp af en Tandstang og Tandhjul, ligesom man ogsaa omgav Flammen med en Glascylinder, dels for at beskytte den mod Vindpust, dels for at forøge Lufttildraget og dermed øge Forbrændingen. Franskmanden Argand anvendte første Gang 1780 cylinderformede Veger, hvorved Luft kommer til saavel inden- som udenfra.

Oljebeholderen anbragtes saaledes, at naar den var fyldt, Oljens Overflade stod i Høide med Vegens øvre Ende; men herved kom den til, efterhvert som Forbrændingen skede, at naa mindre høit op paa Vegen, saa at Lyset lidt efter lidt aftog, hvis man ikke passede paa jevnlig at paafylde Olje. Denne Ulempe blev vistnok ved særegne Indretninger afhjulpen, men hvordan Lampen end indrettedes, saa vilde et saadant ved Siden anbragt Oljehus kaste en ubehagelig Skygge over en Del af Værelset. Dette søgte man i de saakaldte Astrallamper saa vidt muligt at undgaa ved at give Beholderen Form af en hul Ring, der anbragtes rundt omkring Forbrændingsstedet, og som ogsaa bar Lampekuplen.

Man kunde dog ikke blive ganske kvit denne Ulempe, førend man fandt paa ved en Pumpeindretning at drive Oljen op til Vegen, hvorved det blev muligt at anbringe Beholderen under denne, i Foden paa Lampen. Der fandtes flere saadanne, men det var først den i 1800 af Urmageren Carcel i Paris opfundne, der formaaede med Nøiagtighed at regulere Oljetilstrømningen. Carcellampen har i den i Foden anbragte Oljebeholder en liden Suge- og Trykpumpe, der sættes i Bevægelse af et Urverk, hvorved Oljen presses op til Vegen; den tilstrømmende Mængde reguleres let ved at bringe Urverket til at gaa hurtigere eller langsommere. Denne Sort Lamper er aldeles fortræffelige, men de er kostbare, og de fik derfor ikke nogen meget udbredt Anvendelse.

Dette var derimod Tilfælde med den af en anden Franskmand Franchot i 1836 opfundne saakaldte Moderatørlampe,

skjønt den paa langt nær ikke er saa tilfredsstillende indrettet; den er imidlertid ulige billigere. I denne anvendes intet Urverk; i Stedet herfor har den blot en Spiralfjær, der spændes ved Omdreiningen af en Nøgle. Til den nederste Ende af denne Fjær er fæstet et Stempel af stivt Læder, der slutter tæt inde i den cylindriske Oljebeholder i Lampens Fod. Naar denne nedre Ende af Fjæren og dermed Stemplet hæves i Veiret ved Nøglens Omdreining, efter at Olje oventil er paafyldt, saa presses denne om Stemplet og ned under dette. Idet nu derpaa Fjæren slippes, driver den ved sin Elasticitet Stemplet nedover, hvorved først den derunder værende Luft og siden Olje presses op gjennem Stigerøret til den ved dettes Ende anbragte cylindriske Vege. Den nedadgaaende Bevægelse sker paa Grund af den stærke Friktion ganske langsomt.

Fjærkraften er, som ved Ure omtalt, ikke en jævn Kraft, den aftager med Spændingen. For at nu ikke Oljetilførslen efterhaanden skal blive mindre, er Stigerøret dobbelt, saa at den nedre Del kan skydes op i den øvre, videre med en saakaldet Regulator eller Moderatør forsynede Del. Denne bestaar af en inde i Stigerøret fæstet Metalstift, der er tykkest oventil og smalner af nedover, dens tykkeste Del er blot ganske lidet trangere end det indre Rør. Det smaleste, bevægelige Rør er fæstet til Stemplet og følger saaledes dettes Bevægelse; naar det er hævet til høieste Stilling, er ogsaa Stigerøret øverst paa Moderatørstiften, som da næsten ganske udfylder dets Aabning; men eftersom Stemplet gaar ned, giver Stiften større og større Rum for Oljens Gjennemgang. Herved opnaaes altsaa, at efterhvert som Fjæren slappes, og dens Bevægelse i hver Tid bliver mindre, samtidig en større Mængde Olje kan trykkes op, hvorved Tilførslen bliver nogenlunde jevn. Den overflødige Olje drypper fra Vegen ned igjen i Beholderen og kan ved ny Opskruing af Stemplet atter bringes ned under dette.

De flygtige Oljer og heraf i Særdeleshed Petroleumet eller Jordolien synes nu ganske at skulle fortrænge de før benyttede fede Oljer som almindeligt Belysningsmiddel, tiltrods for at den paa Grund af sin Letantændelighed ikke er uden Fare. Den er nemlig saa særdeles billig og udvikler en meget stor Lysstyrke. I flere Egne, især i Kanada og de nordamerikanske Stater, findes der Lag i Fjeldet, som i sine Hulninger indeholder hele Søer af Petroleum. Olien opdagedes her først i 1858 og kom 1863 i større Mængder i Handelen i Europa. Man behøver sommesteds blot med en Boremaskine at sænke et Hul nedigjennem de overliggende Bergslag for at faa frem en springende Kilde af denne vigtige Olje; paa de fleste Steder maa man dog anvende Pumpeindretninger. Den er dannet ved en af Naturen selv foretagen Destillationsproces af Fortidens Planteverd, den

samme, hvorved ogsaa de mægtige Stenkulslag dannedes i enkelte Fjelde.

Petroleum forekommer ikke rent i Naturen, det er meget stærk opblandet med Saltvand og forurenet af andre Stoffe. Vandet skaffes let fra ved at lade Blandingen henstaa stille i Kar, hvorved den skiller sig i to særskilte Lag. Senere renses den raa Olje i særegne Raffineringsanstalter.

De Lamper, hvorpaa man anvender flygtige Oljer, behøver ingen særegen Pumpeindretning for at forsyne Vegen. Da de er særdeles letflydende, trækkes de hurtig i den nødvendige Mængde op, selv om Beholderen er anbragt i ikke liden Afstand fra Forbrændingsstedet; man bruger derfor ogsaa lange Veger, der ligger ned i selve Beholderen.

Da disse Oljer tiltrænger en særdeles stærk Lufttilstrømning, har Lamperne faaet en egen Konstruktion. Vegen, der er flad, trædes gjennem en Messingkanal, som netop er stor nok til at lade den passere, og ved Hjælp af Tandhjul kan den skrues op eller ned. Udenom og over omgives Brænderen af et klokkeformigt Messingblik med en Mængde Aabninger for Luftens Tilstrømning, og oventil har den en Spalte for Flammen. Herved og ved det udenom nedsatte Lampeglas, der nedentil er meget udvidet, opnaar man, at der bliver et stærkt Luftdrag, og at megen Luft kommer i Berøring med Flammen.

Brænderen kan ogsaa være cylindrisk, saa at den ogsaa her som et Baand vævede Vege bøies omkring i en Cirkel. I dette Tilfælde kommer der gjennem en Sideaabning ogsaa Luft op indeni Brænderen om Vegens indre Side, ligesom ogsaa Glassæt da faar en anden Form, idet det strax over Vegens øvre Ende har en stærk Indsnevring, hvorved Flammen trækkes ud i Høiden, og Luften udenfor tvinges tæt hen til den. Paa denne Maade er der altsaa sørget for en meget fuldstændig Forbrænding, hvorved Lysstyrken øges. Lampeglassets Form og Stilling er af stor Vigtighed; Lysstyrken aftager, naar dets Indsnevring kommer for høit eller for lavt. I den sidste Tid har man paa en ganske simpel Maade indrettet sig saa, at Glassæt kan hæves og sænkes efter Behag.

Den raa Petroleum, der bestaar af en hel Del forskjellige Kulvandstofforbindelser, maa, som sagt, renses for de mest flygtige Bestanddele, inden den kan benyttes, da den ellers vilde blive altfor farlig at bruge i Husene. Denne Rensning sker ved Destillation. De herved fraskilte, i høieste Grad flygtige og ildsfarlige Stoffe fandt man paa videre at rense og ogsaa anvende som Belysningsstof paa egne Lamper, de saakaldte Ligroïn—, eller i daglig Tale Gasoljelamper. I disses Beholder er indlagt et Stykke Svamp; efter at have fyldt Ligroïnen paa, tømmes atter Beholderen, saa at der ikke bliver mere tilbage,

end hvad Svampen har formaaet at opsuge. De er fuldstændig fareløse, saalænge de ikke slaaes itu, eller man under Fyldningen ikke kommer nær en Flamme, eller Laaget afskrues, medens Lampen endnu brænder; men i saa Tilfælde vil der ufeilbarlig indtræde en voldsom Explosion.

3. Lysgas.

Det var først i Slutningen af forrige Aarhundrede at man for Alvor begyndte at spekulere paa at fremstille Gas til Belysning ved en saakaldet tør Destillation af Kul, Træ eller Fedtarter. Man havde vistnok allerede før gjort nogle Forsøg, nærmest blot for Kuriositets Skyld, med Oplysning gjennem Antænding enten af de i Kulgruber af Naturen selv fremstillede brændbare og der saa farlige Gasarter, eller af dem, som udvikledes under Koksbrændingen, men der var dog ingen, som havde tænkt paa for Alvor at benytte Gas istedetfor Oljer til kunstig Belysning. Franskmanden Lebon og Englænderen Murdoch begyndte omtrent samtidig at sysle med denne Sag og var begge to inderlig overbeviste om dens Udførlighed og Nytte, men blev begge ligesaa sørgelig skuffede i sine Forhaabninger, thi Almenheden havde ikke deres Klarsyn og Tro paa Opfindelsens Nytte. Den første vilde benytte Træ til Gasfabrikation, og fik ogsaa Patent paa Ovne, der skulde tjene saavel til Opvarmning som Belysning; men dermed blev det. Hans Gas var lidet lysende og udbredte en ubehagelig Stank; thi han forstod ikke at rense den. Økonomisk ødelagt og fortvivlet over, at hans Opfindelse ingen Fremgang nød, gjorde han selv Ende paa sit Liv. Ikke stort bedre gik det Murdoch, der destillerede Gasen af Stenkul, thi heller ikke i England havde endnu Befolkningen faaet Øiet op for Sagen; imidlertid naaede han dog saavidt, at James Watt i 1798 lod sine Værksteder af ham oplyse med Gas

Noget senere kom Tydskeren Winsor til England, hvor det ved Løftet om et glimrende Udbytte lykkedes ham at samle en hel Masse Penge. Gang paa Gang lykkedes dette for ham, skjønt det blev med det blotte Løfte, hvad Udbyttet angik, indtil man endelig, især ved Englænderen Akums Forsøg, havde lært tilfredsstillende at rense Gasen. Nu havde den utrættelige Winsor seiret, og hans priviligerede Aktieselskab havde i 1825 store Gasverker i London, der gav en rigelig aarlig Indtægt. Han var i 1815 reist til Frankrig for ogsaa her at virke for sin Idé; men det gik her langt misligere end i England.

Raamaterialet. I det foregaaende er omtalt, at saavel Lys som Oljer kan anvendes som Belysningsmiddel, blot fordi der af dem under Vegens Forbrænding udvikler sig brændbare Gasarter af Fedtet. Man kan derfor naturligvis ogsaa benytte saadanne fede Emner til Fremstilling af Lysgas, der paa denne

Maade dog vilde blive altfor kostbar. I Træ, Torv, Brunkul, men især i Stenkul, der jo ligesom Brunkul og Torv blot er mere eller mindre dekomponerede Plantereester, har man derimod et billigt Raamateriale for Gastilvirkning. Mange Sorter Stenkul er især af den Grund saa fortrinlige hertil, fordi de ved sin Forbrænding danner den som Brændsel saa høist vigtige Koks, der kan afhændes til ikke ringe Pris, hvorved følgelig atter Lysgasen maa falde billigere ud. Prisen er i den senere Tid ogsaa bleven mindre, fordi man har opdaget, at en hel Del Stoffe, der renses bort af Lysgasen, er af stor Værdi og kan anvendes i mangfoldige tekniske Retninger, hvorved man altsaa ved Gasfremstillingen faar en hel Del værdifulde Biprodukter.

Man anvender derfor for den allerstørste Del Stenkul som Raamateriale. Det er imidlertid ikke alle Sorter, der er lige tjenlige, saaledes er saakaldet Antracit aldeles utjenlig, da den indeholder foruden nogle mineralske Emner næsten blot Kulstof, derimod er Kannelkul og Begkul særdeles efterspurgt, fordi de indeholder en hel Del oljegivende Stoffe.

De samme Kulsorter, der egner sig for Fremstillingen af Gas, er ogsaa gjerne de, der giver den bedste Koks. Idet nemlig Kullet ophedes i indelukkede Rum, gaar de oljedannende Emner bort, og Resten bestaar næsten udelukkende af rent Kulstof, foruden en større eller mindre Mængde Aske. Under denne Proces vil de, som Følge af de mange bortgaaede Stoffe, blive porøse, ligesom de ved Heden kommer i en halvsmeltet, deigagtig Tilstand, eller bage, som det kaldes. Det er nærmest paa Grund af sin Porøsitet, der giver den en stor Overflade for Luftens Paavirkning, at Koksen har saa stor Betydning som Brændemateriale; thi herved kan den udvikle en saa meget stærkere Hede.

Gasens Bestanddele. Den renfede Lysgas indeholder næsten blot Forbindelser af Vandstofgas med Kulstof, samt ren Vandstofgas. Det er især to af Kulvandstofforbindelserne, som er af stor Betydning, nemlig den saakaldte Sumpgas og den oljedannende Gas. Den sidste indeholder dobbelt saa meget Kulstof som den første og er den, som derfor bidrager mest til Lysstyrken, da den udskiller en stor Mængde Kul, som kommer til Glødning ved Forbrændingen af den selv og de andre i og for sig lidet lysende Gasarter. Der medfølger imidlertid ogsaa mindre Mængder af andre forurenfende Gaser, som det ikke har været mulig fuldstændig at fjerne ved Rensningsprocesserne, saaledes kvælstofholdige som Ammoniak, Blaasyre m. m., svovlholdige som Svovlvandstof og Svovlkulstofforbindelser, der alle er af en meget ubehagelig Lugt, videre ogsaa Kuloxyd, Kulsyre og Vanddamp. I godt renset Gas indeholdes dog lidet af saadanne Forurensninger; den bestaar, som sagt, godtsom udelukkende af Kulvand-

stof og Vandstof, der ved Forbrændingen med Luftens Surstof danner uskadelig Vanddamp (Vandstof og Surstof) og Kulsyre (Kulstof og Surstof).

Gasberedningen. Stenkullet indbringes i cylindriske for begge Ender tillukte Rør af Jern eller Ler, saakaldte Retorter, der i et Antal af 5 eller 7 er saaledes anbragte i en Ovn, at Flammen kan faa bestryge hele Cylinderens Overflade. I Oversiden af det Laag, hvormed Retorten fortil, udenfor Ovnen er lukket, er indsat et vertikalt Jernrør, se Fig. 186, der giver en skematisk Fremstilling af Gasberedningsindretningerne. Til venstre sees her et Gjennemsnit af Ovnen F med en Retort synlig. De vertikale Rør fra hver Retort udmunder i et videre, horizontalt Fællesrør T, der kaldes Forlaget.

Ved at ophede Ovnen og dermed Retorterne stærkt udskiller der sig af Stenkullene forskjellige mer og mindre flygtige Stoffe. De mindst flygtige af disse, nemlig de, der tilsammen danner Stenkulstjæren, samler sig for den største Del i Forlaget, medens Gasarterne gaar videre gjennem et Afledningsrør til de saakaldte Luftkondensatorer S, der bestaar af en hel Del U-formigt bøiede Rør, der munde ud i et ved Skillevægge afdelt Kar med Vand. Ved sin Gang herigjennem vil Gasen blive befriet fra en endnu muligens medfølgende Mængde Tjære samt ogsaa Ammoniakgas, der opløses i Vandet. For at befri den videre herfor og for ammoniakalske Forbindelser kommer Gasen gjerne herfra til nogle paa Tegningen udeladte, saakaldte Kokskondensatorer, der er høie med Koksstykker næsten fyldte Cylindre, ved hvis Bund Gasen kommer ind, og fra hvis øvre Ende den ledes bort. Her er ogsaa anbragt et Rør, hvorigjennem Vand rinder ind i Cylinderen og fordeles ved Koksstykkerne, saa at det kommer i Berøring med den størst mulige Mængde Gas. Den gaar herfra til nogle firkantede Kasser D, hvor den maa passere gjennem flere af Sigt dannede Hylder med et Lag pulveriseret, læsket Kalk. Denne tager til sig Svovlvandstof, Kulsyre m. m., saa at Gasen endelig taalelig renset kan ledes hen til

Gasometret G, der tjener saavel til Opsamlingsrum for Gasen som til at give den det nødvendige Tryk til Ledningerne. Den bestaar af Jernplader, sammennittede til en stor og vid Cylinder eller Klokke, der oventil er lukket, og hvis nedre, aabne Ende nedstikkes i et lidt videre Vandbassin. Op igjennem dette leder et Rør Gasen fra Fabrikationsstedet, medens andre staar i Forbindelse med Ledningen til Benyttelsesstederne. Ved Hjælp af Vægter, der over Tridser er forbundne med Gasometrets Overdel, kan man forstørre eller formindske det Tryk, som det ved sin Tyngde udøver paa den under Klokken ansamlede Gas.

Man leder den herfra gjennem større Støbejernsrør, medens derimod de mindre Ledninger inde i Husene ogsaa ofte er af Bly.

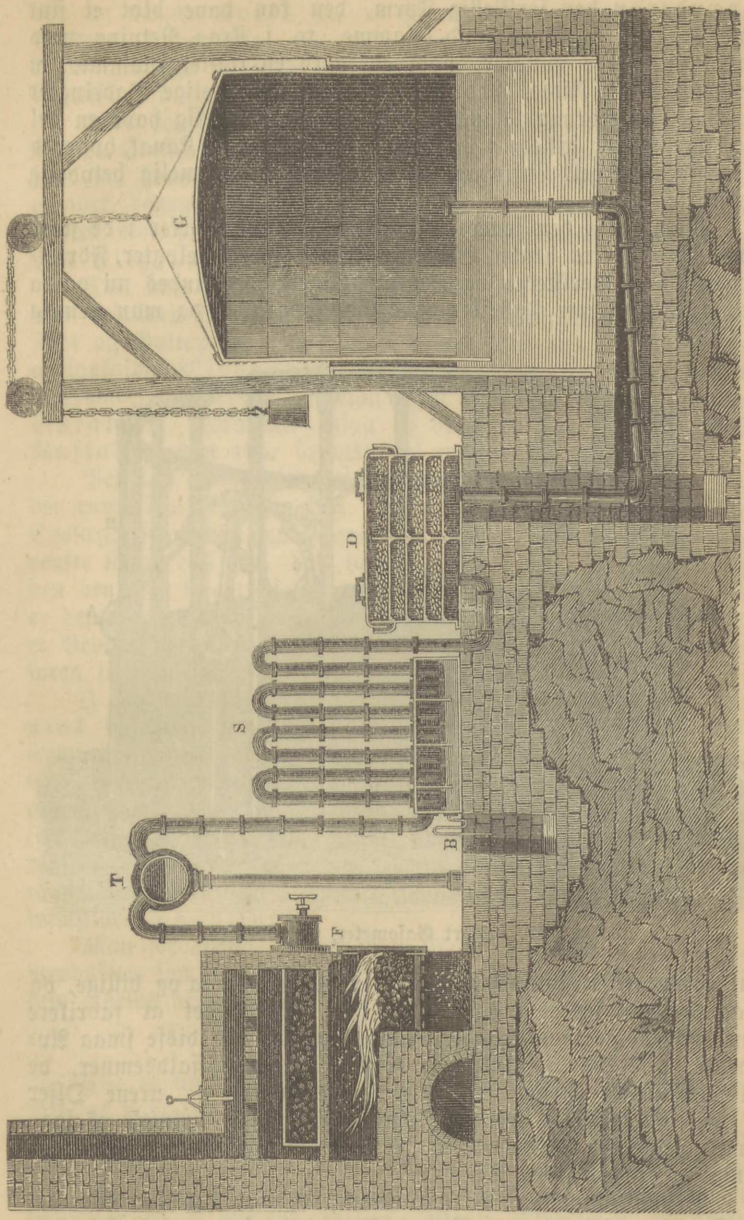

Fig. 186. Gasfabrikationen i skematisk Fremstilling.

Brænderen har forskjellig Form, den kan have blot et fint Hul, hvorved faaes en tynd Flamme, to i skraa Retning mod hinanden borede Kanaler, hvorved faaes en kløftet Flamme, en længere, trang Ridse, hvorved som ved almindelige Gadelygter faaes en vifteformig Flamme, eller den kan endelig have en hel Del fine Huller stillede i en Kreds med en indre Kanal, hvorved der bliver dobbelt Luftdrag, og man faar en temmelig betydelig Lysstyrke.

Man har i den senere Tid ikke alene Gasværker i de store Byer, som herfra henter Belysningen til sine Gadelygter, Forretningslokaler, Værksteder og Familieboliger; der findes nu ogsaa ved de fleste større Fabriker egne Gasapparater, da man nemlig

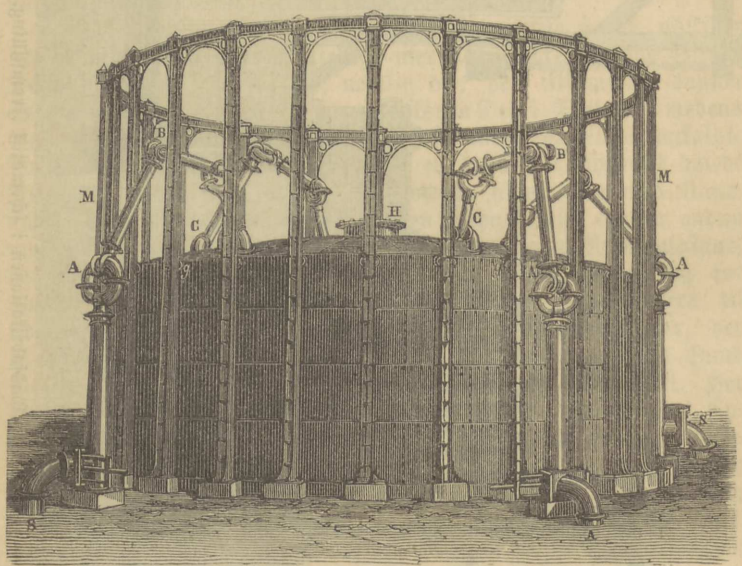

Fig. 187. Stort Gasometer, seet udenfra.

har formaaet at konstruere disse forholdsvis smaa og billige, og man saaledes sættes i Stand til selv paa Stedet at fabrikere den nødvendige Gasmængde. Man benytter ved disse smaa Apparater ofte ikke Stenkul, men forskjellige fede Affaldsemner, de tilbageblivende Rester fra Petroleumsrensningen, urene Oljer o. s. v. Et særdeles tjenligt Apparat for Gastilvirkning af saadanne Emner er konstrueret af Hirzel i Leipzig; det tager lidet Rum og kræver liden Skjøtsel.

Biprodukterne. Vi har nævnt, at det for en stor Del er Værdien af de mange Biprodukter, der gjør, at Gasen kan leveres til den billige Pris, som nu er Tilfældet. Foruden

den før nævnte Kokes vil vi her kortelig omtale nogle andre og deres Anvendelse. Stenkulstjæren benyttes for en Del i sin naturlige Tilstand til Forarbeidelsen af Tagpap, til Beskyttelse for Jern, Træ, Murværk o. lign.

Man kan imidlertid af Tjæren fremstille mange, særdeles vigtige Stoffe. Til den Ende destilleres den, hvorved man først faar let, siden tung Tjæreolje, og tilbage bliver Asfalt som en sort, begagtig Masse, der anvendes til Gadebelæg m. m., og hvoraf man igjen i de sidste Aar har formaaet at fremstille den røde Alizarinfarve.

Den lette Tjæreolje destilleres og renses videre, hvorved man erholder Benzin, som benyttes til Opløsning af Harpixer, Fedt og Guttaperka. Videre benyttes Benzinet til Fremstilling af saakaldet Mirbanolje, som bruges i Sæbesyderierne til Parfumering, eller hvoraf man igjen erholder Anilin og Anilinfarver. Man kan ogsaa af den lette Tjæreolje fremstille Naftalin, som atter benyttes til mange Farvestoffe.

Ved den tunge Tjæreoljes Viderebehandling faaes Kreosot, der enten bruges, som den er, til Bevaring af Træ og som Ødelæggelsesmiddel mod Smittestoffe, eller man fremstiller heraf renset Karbolsyre, der har stærk Røglugt og skarp Smag; den benyttes meget, især i den sidste Tid i Lægevidenskaben. Det er denne Karbolsyre, der indeholdes i Røg og gjør Røgning til et Bevarelsesmiddel for Fødevarer. Videre kan man af Karbolsyren fremstille Pikrinsyre, et gult Farvestof.

I Rensningsvandet faaes, som før nævnt, desuden Ammoniak og Ammoniakforbindelser. Tilsat andre Stoffe fremstilles heraf svovlsur Ammoniak, Blaasyre, Blodludsalt, Cyankalium og Berlinerblaat. I den senere Tid har man begyndt at tilsætte ved Rensningen en Forbindelse af Klor og Jern eller ogsaa Jernvitriol til Kalken, hvorved Gasen bedre renses. I Tidens Løb dannes heraf i Forbindelse med de optagne Forurensninger en stærkt svovlholdig Masse, hvoraf kan fremstilles Svovlsyre.

Man ser altsaa, at det er ganske forbausende mange nyttige Produkter, som kan udvindes af de Stoffe, man før bortkastede som aldeles værdiløse.

4. Elektrisk Belysning.

Det er under Beskrivelsen af de elektriske Fænomener omtalt, at man ved Foreningen af de to modsatte Elektricitetssorter gjennem en tynd Platinatraad vil kunne bringe denne til Glødning; man har altsaa allerede heri et, om et svagt, elektrisk Lys.

Men man kan ogsaa indrette sig anderledes. Man lader de to Poler af et elektrisk Batteri, efterat Strømmen er sluttet, fjerne sig lidt fra hinanden, saa vil, hvis den elektriske Strøm

er nogenlunde stærk, de to modsatte Elektricitetssorter fremdeles vedblive at forene sig gjennem de mellemkommende Luftlag i Form af en liden, lysende Bue af forskjellig Styrke og Farve efter Strømmens Styrke og de anvendte Polers Natur. Lysningen opstaar derved, at smaa Partikler af Polerne rives med og af den udviklede stærke Hede bringes til Glødning.

Englænderen Humphrey Davy var den første, som i 1813 frembragte et saadant elektrisk Lys. Som Poler benyttede han to udglødede Stykker Kul og fik frem en Flamme af klart, hvidt Lys, og som havde en saa høi Temperatur, at selv Platina smeltede deri. Til Udviklingen af Elektriciteten brugte han et uhyre stort galvanisk Batteri med ikke mindre end 2000 Elementer.

At anvende galvaniske Batterier til elektrisk Belysning kan der dog aldrig være Tale om i det daglige Liv, og herpaa tænkte heller ikke Davy. Man maatte have ganske anderledes billige Elektricitetskilder end disse, der sluger saa uhyre Mængder Metal og Syrer og desuden frembringer ildelugtende og tildels skadelige Gasarter, ligesom de ogsaa kræver meget Arbeide at holde i Orden og let kommer i Ustand.

Man er af disse Grunde gaaet over til som Elektricitetskilde at benytte elektromagnetiske Induktionsapparater. I et foregaaende Afsnit er Theorien for disse udviklet, og denne er nu bragt til Anvendelse paa forskjellige Maader. Maskinen sættes i Bevægelse af en Dampmaskine eller med Vandkraft, og den elektriske Strøm frembringes ved Induktion i Traadvindingerne. Den første Maskine til dette Brug konstrueredes af Nollet, der brugte et stort Antal faststaaende Hesteskomagneter og ligesaamange Induktionssneller. Senere har en Mængde andre konstrueret meget sindrige og stærke Apparater, som Siemens, Wilde, Ladd, Lontin og Gramme. Da Magnetismen i de permanente Magneter lidt efter lidt taber sig, saa anvendes nu blot en svag permanent Magnet, der er omgivet med en Traadvinding; idet Maskinen sættes i Gang, fremkalder Magneten en Induktionsstrøm i Traaden, denne Strøm forøger derved strax Magnetens Styrke, og stærkere og stærkere Strømme induceres, indtil den yderste Grændse er naaet. Denne Elektromagnet frembringer saa atter de Induktionsstrømme, der ledes til Belysningsapparatet.

Grammes Maskine, der er den for Tiden mest anvendte, skiller sig fra de andre væsentligst i Elektromagnetens Konstruktion; Maskinen selv kan iøvrigt anordnes paa forskjellig Maade. Bedst fatter man muligens Princippet af den i Fig. 188 afbildede lille Maskine for Laboratorier, og som ikke egentlig er bestemt for elektrisk Belysning i større Maalestok.

SON er den sammensatte Hesteskomagnet, S er Syd-, N er

Nordpolen; disse er forsynede med hvert sit bløde Jernstykke, de saakaldte Armaturer, a, der indvendig er udskaarne i en Halvcirkel, og hvorved Magnetismen i høi Grad samles paa den indre, hule Side. A M B M′ er den eiendommelige Elektromagnet. Den bestaar af en i en Cirkel bøiet, blød Jernkjerne, hvorom er viret isolerede Kobbertraade. Disse danner imidlertid ikke en eneste fortløbende Traad, men er delt i ligestore Længder, som hver for sig er oprullede efter hinanden om Kjernen. Virkningen bliver altsaa den samme, som om der langs en Cirkel var fæstet

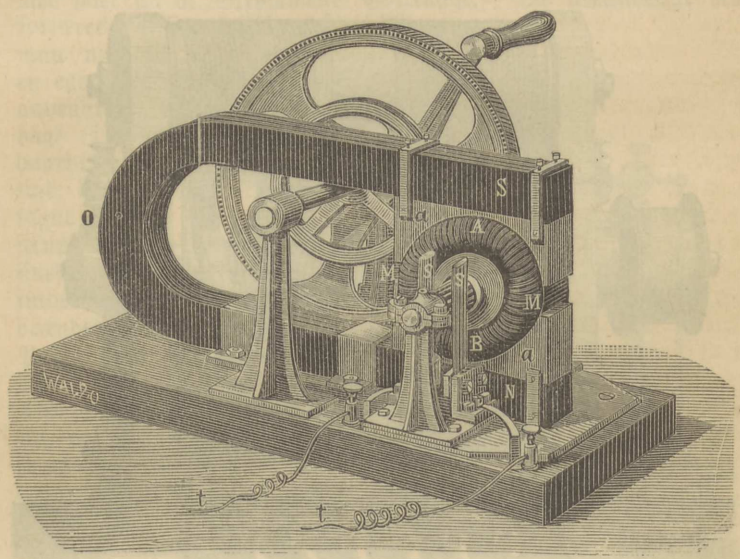

Fig. 188. En liden elektrisk Maskine af Gramme.

en hel Række Induktionsspiraler med hver sin Jernkjerne, kun er disse her forenede til en eneste cirkelbøiet Jernring.

Idet nu Elektromagneten ved Hjælp af Sveven dreies rundt om sin horizontale Axe mellem Magnetens to Armaturer, saa opstaar der i alle Traadvindingerne Induktionsstrømme. Disse gaar i den øverste Halvdel af Elektromagneten i modsat Retning af Strømmen i den nedre Halvdel. De enkelte Traadvindingers Ender loddes til Kobberplader saaledes, at de to Ender af samme Spiral er loddede til hver sin Plade, og altsaa Enden af den ene Spiral og Begyndelsen af den næste er forbundne med den samme Plade. Disse enkelte Kobberplader er dernæst isolerede ved et ikke-ledende Mellemlag og danner saaledes sammenføiede en Cylinder omkring Elektromagnetens Axe, hvortil de er fæstede. Man opnaar herved, at de mange mindre Strømme

i den øvre Del af Elektromagneten forenes til en eneste saameget stærkere, og ligesaa, at de modsatte Strømme i den nedre Halvdel forenes til én. Denne Anordning virker altsaa aldeles ligedan som et elektrisk Batteri; dettes enkelte Elementer svarer til de enkelte Traadvindinger, og ved Foreningen af flere saadanne Elementer faaes en elektrisk Strøm, hvis Styrke afhænger af de forbundne Elementers Antal.

Hvis man nu lod Maskinen uden videre bevæges, saa vilde midt imellem Magnetens Ender de modsatte Strømme i Elektro-

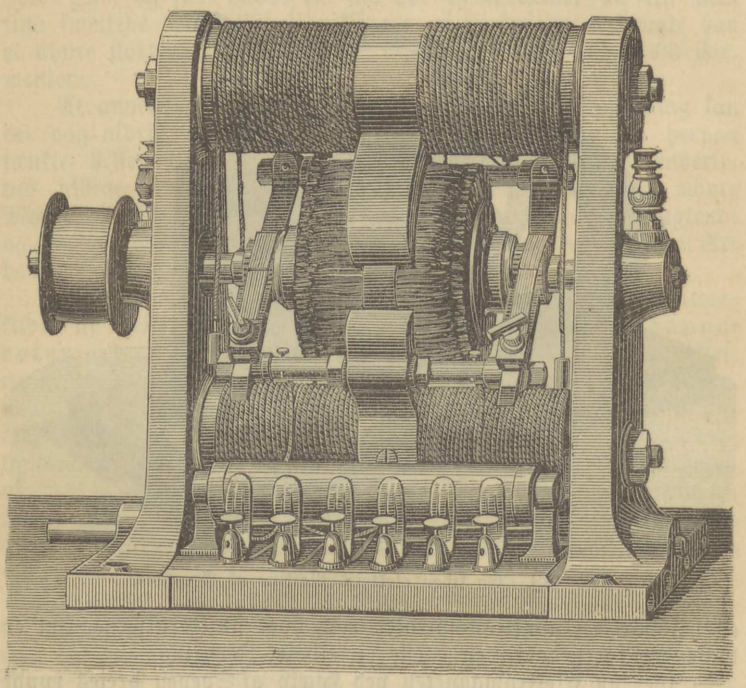

Fig. 189. Større Grammes Maskine.

magnetens 2 Halvdele umiddelbart forbinde sig med hinanden. Men nu leder man ved Hjælp af to Metalfjære eller Strømsamlere s, der trykker ganske let imod den af Kobberplader og Isolatorer dannede Cylinder netop i denne Midtlinie, de modsatte Elektriciteter ud gjennem Ledningstraadene t, der gjennem Klemskruer staar i Forbindelse med Strømsamlerne. I den ene af disse Traade gaar altsaa en positiv, gjennem den anden en negativ elektrisk Strøm.

De større Maskiner, der især benyttes til Frembringelsen af Lys, har en herfra noget forskjellig Form, og istedetfor perma-

nente Magneter benyttes, som før sagt, Elektromagneter, hvorved Strømstyrken lidt efter lidt i høi Grad forøges. Disse faste Elektromagneters Antal er ogsaa forskjelligt, 2, 4 og flere; i Fig. 189 er afbildet en saadan med to Elektromagneter. De er dog alle indrettede ganske efter samme Princip som den her beskrevne.

Efter at have omtalt kortelig de Maskiner, hvormed man frembringer de elektriske Strømme gaar vi nu over til den Maade, hvorpaa man indretter sig for at omsætte Elektriciteten til Lys. Man anvender som Davy to Kulspidser, der staar i Forbindelse med hver sin af Strømmens Poltraade. Da almindeligt Kul fortæres altfor hurtigt, saa bliver man nødt til at fremstille dette paa en egen Maade, og mange Slags er anvendte. Det Kul, som bliver tilbage i Gasretorterne, er særdeles haardt, men selv dette opbrændes hurtigt; bedre bliver det, naar man gjentagne Gange dypper det i Sukkersirup og gløder det, hvorved dets fineste Porer gjennemtrænges og ogsaa fyldes med Kul. Et vanskelig forbrændeligt Kul faaes ogsaa af tykt Papir; men dette bliver meget skjørt og er derfor lidet hensigtsmæssigt. Almindeligst bruges Kulstifter af Gaskul, præpareret som nys omtalt; men et eneste Blus fortærer indtil 40 Centimeter heraf i Timen, og det bliver derfor en væsentlig Udgift ved Belysningen, selv om Kullet kan leveres til meget lav Pris, og man bliver nødt til ofte at skifte Kulspidser, hvad der altid er en Ulempe.

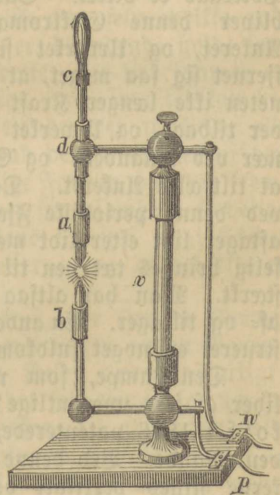

Fig. 190. Elektrisk Lampe.

Da Kullet saa hastig fortæres, indser man, at de to Spidser hastig vil fjernes saameget fra hinanden, at Elektriciteten ikke længer kan springe over fra den ene til den anden. Man bliver derfor nødt til at nærme Spidserne til hinanden, efterhvert som de forbrænder. I Fig. 190 sees en yderst primitiv elektrisk Lampe. Den negative Poltraad n og den positive p ledes gjennem et Stativ med en mellemkommende isolerende Glasstav v hen til hver sin i en Messinghylse indfattede Kulspids ved a og b. Ved Hjælp af Haandtaget c kan Stykket a efterhvert nærmes til b.

At udføre denne Nærmelse med Haanden vilde jo imidlertid være en altfor besværlig og bekostelig Foranstaltning, og man har derfor konstrueret *selvregulerende elektriske Lamper*. Ogsaa af disse har man mangfoldige forskjellige, mere og mindre heldige Konstruktioner og Forslag. En af dem, hvis Princip indtil

de senere Tider mere almindeligt har været benyttet, er den af Franskmanden Duboscq konstruerede Lampe, hvori et Urverk bevæger de to Kulspidser og holder dem i en passende Afstand fra hinanden. Hvis man anvender en stadig Strøm i samme Retning, saa vil det positive Kulstykke fortæres dobbelt saa hurtigt som det negative, og dets Bevægelse maa altsaa ogsaa være dobbelt saa stor. Det er imidlertid ikke saa, at Urverket gaar stadig, det sættes blot igang, naar Kulstykkerne er fjernede til en bestemt Afstand fra hinanden. Dette opnaaes derved, at Uret er forsynet med et Anker og en Elektromagnet, hvorom den ene Poltraad er viklet. Saasnart Strømmen sættes i Virksomhed, bliver denne Elektromagnet til en Magnet, der tiltrækker Ankeret, og Urverket standser. Men naar Kulspidserne har fjernet sig saa meget, at Strømmen bliver svag, saa har Magneten ikke længer Kraft nok til at fastholde Ankeret, der falder tilbage, og Urverket bevæges, indtil atter Kullene er kommen nær ved hinanden, og Strømmen er bleven stærk nok til igjen at tiltrække Ankeret. Der er dog en ubehagelig Omstændighed ved denne periodiske Fjernelse og Nærmelse, idet nemlig Lyset aftager lidt efter lidt med Strømstyrken, indtil Kulspidserne pludselig bringes tæt hen til hinanden, hvorved Lyset igjen tiltager stærkt. Man har altsaa intet stadigt Lys, men et, der periodisk af- og tiltager. En anden Franskmand, Serrin, har siden konstrueret en noget fuldkomnere Lampe.

Den Lampe, som nu mest bruges, endskjøndt ogsaa denne lider af ikke uvæsentlige Mangler, er den af Russeren Jablochkoff i 1876 patenterede, og som er indrettet paa en ganske anden Maade. Ved denne benyttes ingen egen Regulator; Kulstykkerne stilles vertikalt og paralelle, kun adskilt ved en Plade af Porcelæn eller Gips, der ved den udviklede Hede i Lysbuen smelter og fordamper lidt efter lidt ovenfra nedover og saaledes stadig lader Kulspidsernes øvre Ender frie. Det er dog nødvendigt, for at Kulspidserne skal fortæres lige hurtigt, ved denne Lampe at anvende vexlende Strømme, i det ene Øieblik gaar den positive Strøm fra det ene Kulstykke til det andet, i det næste Øieblik gaar Strømmen fra det sidste til det første. Strømmen afbrydes og sluttes altsaa med korte Mellemrum. Dette har, naar Vexlingerne sker mere end 25 Gange i Sekundet, intet at betyde for Lyset selv, det vil ikke synes blaffrende, det gjør Indtryk af at være fuldkommen stadigt. Men det har en anden Ulempe, idet nemlig disse stadige Vexlinger frembringer en summende Tone, der forstærkes ved Lampekuplernes Resonnants, Lampen synger. Jablochkoffs Lampe har ogsaa den Feil, at den, naar den engang er slukket, ikke igjen tænder sig selv.

Werdermann i London har i 1879 konstrueret en endnu fuldkomnere Lampe, hvorved man ikke behøver vexlende Strømme.

Denne bestaar af et større, nedentil afrundet Kulstykke, der staar i Forbindelse med den positive Traad, og en lang Kulspids, der knyttes til den negative og holdes ved Vægter op til det positive Kulstykke. Naar Tykkelsen er saa forskjellig, bliver blot det tynde Kul gjødende, og er saa dette negativt, fortæres det ikke saa hurtigt som ved Jablochkoffs. Den væsentligste Fordel er dog den, at en ensartet Strøm kan anvendes.

Lysstyrker sammenlignes med Lysstyrken hos en Carcels Lampe, der forbruger 42 Gram Rapsolje pr. Time. Ved de største Grammeske Maskiner har man kunnet opnaa en Styrke hos det elektriske Lys af over 1800 Carcel-Lamper, altsaa en ganske umaadelig Lysstyrke. Det elektriske Lys selv er ikke gulagtigt som alt andet kunstigt Lys, det er blændende hvidt som Sollyset og af en Glands, der ligner dette; det har snarere en lidt blaalig Farve, der virker ubehageligt, men som let kan betages det. Paa Grund af sin Hvidhed tillader det at skjelne alle Farvenuancer ligesom ved Dagslyset, hvad der jo ofte er af den største Betydning. Andre meget væsentlige Fortrin har det fremfor anden kunstig Belysning deri, at det ingensomhelst skadelige Gasarter udvikler, ikke forbruger Luftens Surstof og i Stedet giver os Kulsyre og Vanddamp i Værelserne, og at det ikke er det allerringeste ildsfarligt.

Det kan synes besynderligt, at et Lys, der eier en Varme, stærk nok til at smelte Platina, større end nogen anden Varme, som man er istand til at opdrive, ikke skulde være ildsfarligt; men det er dog saa. Tiltrods for, at det selv eier en saa umaadelig Hede, har det dog en yderst ringe Evne til at *udstraale* Varme. I Afsnittet om Spektralanalysen er omtalt, at det er især de gulrøde og røde Farvestraaler samt nogle udenfor denne Side af Spektret faldende, usynlige Straaler, der indeholder Varme, og at derimod Straalerne henimod den violette Ende af Spektret ikke viser Spor af Indflydelse paa et Thermometers Kugle, de eier godtsom ingen Varme. Vore almindelige Lamper, Lys og Gas har nu mest Straaler af den mindst brydbare røde og gule Farve og de ikke lysende, mørke, endnu mindre brydbare Varmestraaler, derfor udsende de, trods sin langt ringere Temperatur ogsaa en ofte høist generende Hede. Det elektriske Lys indeholder derimod faa Straaler af denne Brydbarhed, medens det har en forholdsvis særdeles stor Mængde af de blaa og violette Straaler, der ingen Varme eier, blot udsender Lys. Medens altsaa det elektriske Lys selv har en umaadelig Hede, udsender det dog forholdsvis kun ganske ubetydelig Varme.

Naar nu til disse store Fortrin kommer den Omstændighed, at det elektriske Lys falder billigere end Lysgasen (man har paastaaet, at Omkostningerne, selv ved Anvendelsen af en Dampmaskine til Drift af Elektromagneten, kun skulde blive $^1/_8$ heraf og

ved Vandkraft kun 1/20), saa skulde man jo tro, at Spørgsmaalet om elektrisk Belysning eller Gas allerede var afgjort til Fordel for den første; men dette er dog langtfra endnu Tilfældet. Grunden hertil er den, at man endnu ikke har formaaet at udfinde en hensigtsmæssig Maade at dele det elektriske Lys i saa mange smaa Blus, som man ønsker. Elektricitetsudviklingen falder først billig, naar der er Tale om Udviklingen af særdeles store Masser; men et Blus af flere hundrede Carcellamper kan jo kun i enkelte særegne Tilfælde tiltrænges, og det hjælper mig jo lidet, om den samme Lysmængde end blev 1/10 billigere, naar jeg ikke kunde faa en Lysstyrke mindre end f. Ex. 50 Carcellamper, hvor jeg kun tiltrænger én saadan; Udgiften til Belys-

Fig. 191. Arbeide om Natten under elektrisk Belysning.

ning vilde jo dog paa denne Maade blive 5 Gange større end den gamle. Førend man bliver istand til at dele det elektriske Lys saa meget, man vil, kan det derfor ikke komme til at fortrænge de gamle Belysningsmidler fra Husene; og dette Problem synes, trods de mange især fra Amerika, fra den bekjendte Edisons Laboratorier, i de sidste Par Aar komne glimrende Løfter, endnu at skulle lade vente paa sig, skjønt man vel paa den anden Side ikke bør mistvivle om, at Opgaven vil løses om kortere eller længere Tid.

I Tilfælde, hvor det gjælder at faa en stor Lysstyrke paa et enkelt Sted, er imidlertid allerede den elektriske Belysning i Udlandet anvendt i temmelig stor Maalestok, saaledes bruges det hyppig ved Fyrtaarne, til Belysning af de store Byers offentlige Pladse, Kaier, Maskinverksteder, store Forretningslokaler, ved enkelte Byggearbeider, som kræver saa hurtigt Fremme, at man maa tage Natten tilhjælp o. s. v., ligesom det ogsaa har fundet ikke liden Anvendelse i de seneste Krige.

Jablochkoffs og Werdermanns Lamper tillader ogsaa en indtil en vis Grad gjennemført Deling; man skal endog kunne gaa ned til et Lys af ikke større Styrke end 50 Carcel-Lamper, ja hvert af disse skal ogsaa ved Anvendelsen af en Kondensator af Gummitaft, som ved Ruhmkoffs Induktionsapparat i et foregaaende Afsnit omtalt, atter kunne deles i to. Skjøndt nu vistnok ved en saadan Deling endnu Omkostningerne ved elektrisk Belysning falder billigere end Gasbelysning, saa opstaar der dog ved hver Deling et saa betydeligt Elektricitetstab, at Fordelen selv ved et Lys paa 50 Carcel-Lamper bliver yderst liden, hvad Prisen angaar.

Grammes elektromagnetiske Maskiner benyttes nu ikke alene til Belysning, men i det hele mere og mere i Stedet for den før ved Batterier og paa anden Maade frembragte Elektricitet. Saaledes har Christofles berømte galvanoplastiske Fabrik i Paris anskaffet sig saadanne til sine Metaludfældninger, og man siges her at være særdeles fornøiet med dem. Videre er det vel ikke umuligt, at man vil komme til at benytte dem til Fremstillingen af flere Metaller, hvis Udvinding paa anden Vei nu falder temmelig kostbar og derfor kun sker i det smaa, saasom Tilfældet er med Kalium, Natrium, Magnesium, Aluminium o. fl.

Endelig maa vi nævne en Anvendelse, der muligvis kan komme til at spille en større Rolle, nemlig til at lede en Kraft fra et fjernere Sted til det Punkt, hvor man netop har Brug for den. Har man nemlig to saadanne Maskiner opstillede, en paa det Sted, hvor Drivkraften udvikles (Dampmaskine eller Vandhjul), og en der, hvor man skal benytte Kraften (en Fabrik, Grube o. lign.), og man forbinder begge Maskiners bevægelige Induktionsruller med hinanden ved Hjælp af en isoleret Ledningstraad, saa vil de ved den faste Maskines Omdreining fremkaldte elektriske Strømme ledes hen til den andens Induktionsruller og gjennemløbe dem. Men ved den gjensidige Indvirkning mellem disse Strømme og de faste Magneter, vil Induktionsrullerne komme i Rotation og dreie Axen rundt. Man faar altsaa den af Dampmaskinen frembragte mekaniske Kraft ved første Maskine omgjort til Elektricitet, og denne igjen ved den anden Maskine atter omgjort til mekanisk Kraft.

XXVII.

Broer.

Hvor blot en smal Elv eller Kløft skal overfares, eller hvor Bunden er nogenlunde fast og ikke for dybt under Vandfladen, der bliver ogsaa Brobygningen forholdsvis let. Men hvor det paa Grund af Elvens Strøm, Isforholde, Dybde, Bredde, Bundbeskaffenhed m. m. bliver umuligt at faa reist talrige Støttepunkter for Brobanen, taarner der sig ofte Vanskelighed paa Vanskelighed; da maa der gribes til særegne Konstruktioner, særegne Materialier, og Arbeidet bliver da ofte baade kostbart, vidtløftigt og vanskeligt og kræver en betydelig Indsigt saavel med Hensyn til Valg af Bygningsmaade og Material som til dettes Modstandskraft, Forhold for Kulde og Varme osv. Hvor der saa tillige fordres, at Broen skal kunne taale en uhyre Belastning, som flere Jernbanetræn, hvori ofte alene Lokomotivets Vægt gaar op til Hundreder af Centner, der bliver Vanskelighederne endnu større. Saadanne Brobygninger bliver derfor ofte de største Opgaver for Nutidens Ingeniører. Men saa har de ogsaa paa dette Omraade netop reist sig de skjønneste Minder; man staar greben af Beundring ved Synet af mangfoldige af den senere Tids Broer, der i et eller faa dristige Spring sætter over fjordbrede Elve ofte i en svimlende Høide, eller som tilsyneladende fæstet til det letteste og sirligste Spindelvæv hænger frit over en brølende Fos.

Det er især siden Jernbanevæsenet begyndte at skyde Fart, altsaa fra dette Aarhundredes anden Fjerdedel, at man i Brobygningskunsten har brudt nye og geniale Baner. Paa Fortidens almindelige Færdselsveie havde man jo lettere for at vælge det hensigtsmæssigste Overgangssted; disse Veie taalte Stigninger, som en Jernbane umulig kan tillade, hvorfor man lettere kunde stige ned til Dalens Bund; en midlertidig Standsning i Færdslen for Reparationsarbeider havde ikke saa stor Betydning, ligesom Fordringerne til Broernes Bæreevne ikke paa langt nær var saa store. Alt dette er jo Ting, som gjorde, at man kunde bygge lettere, følgelig billigere og med mindre solid Fundamentering. Fremfor alt er det dog vor Damptids store Løsen: „Tid er

Penge", der har fremkaldt de dristigste Brobygninger. Hvor man før lod sig nøie med at komme over i en Færge eller i det høieste en Dampbaad og gjerne ladede sine Varer om, der forlanger man nu ustandseligt, uden Bryderi, uden Tidsspilde, uden bekostelig og sen Omladning at dampe videre med Lokomotivet.

De simpleste **Træbroer** er naturligvis de ældste og vel ligesaa gamle som Veibygningen selv. Paa Grund af Materialets ringe Varighed findes der naturligvis ikke længer nu nogen saadan særdeles gammel Bro, og man ved derfor ei, hvordan

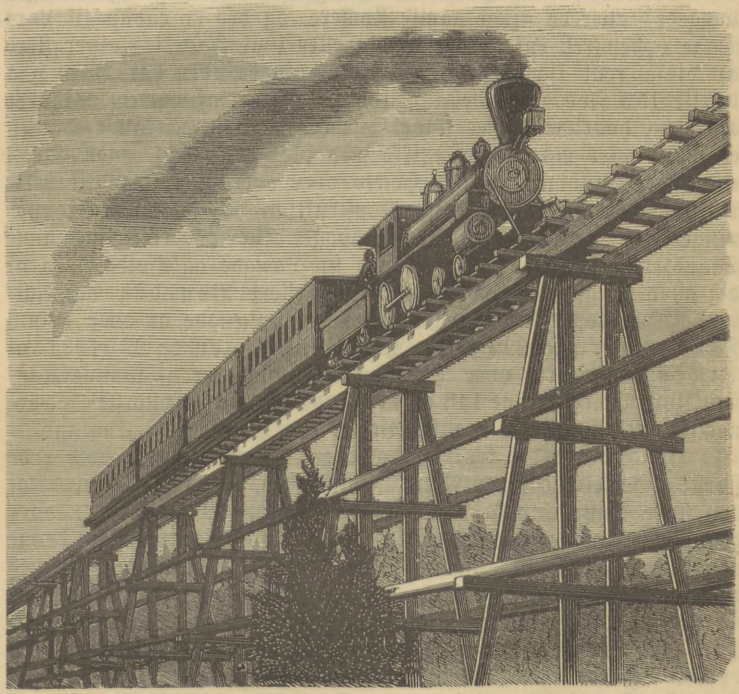

Fig. 192 Træbro paa Pacifik-Banen.

de har været konstruerede. Træbroer er endnu særdeles hyppige og vil naturligvis fremdeles vedblive at være de mest brugelige for almindelige Færdselsveie i alle Lande, hvor der er let og billig Adgang til Trævirke; der finder de ogsaa Anvendelse i Jernveisbygningen, saaledes er de mindre Jernbanebroer paa den skandinaviske Halvø, i Amerika o. fl. St. af Træ. De benyttes mest, hvor Forholdene tillader, at der kan sættes talrige Pillarer eller Bukke, saa at „Spændet", eller Afstanden mellem Understøttelsespunkterne kun bliver ganske kort. Saadanne Broer

er ganske simple; de hviler, naar det er en Elv, som skal passeres, enten paa Brokar af Sten eller af Træ, naar man har fast Dalbund, gjerne blot paa Bukker af Træ, der undertiden ved høiere Broer faar rigelig Afstrævning. Fig. 192 viser en saadan ganske simpel, men høi og dristig Træbro paa Pacifik-Banen.

Ikke sjelden anvendes imidlertid ogsaa Træ for Broer med større Spændvidder; Underbygningen bliver da mere indviklet, idet Afstrævningen bliver en Slags Hvælvkonstruktion, der hyppigst slutter sig til Brokar af Sten.

Stenbroer med Hvælv af ofte ganske betydelige Spændinger byggedes allerede af de gamle Romere, og der er endnu til vore Dage opbevaret enten fuldstændig eller i al Fald i Ruiner flere af disse rent kjæmpemæssige Brobygninger, der har Buer paa ligetil 150 Fod. De bestaar som alle slige af murede Pillarer af Sten, hvorimellem er slaaet buede Hvælvmure. Hvor Høiden er stor, nøier man sig ofte ikke med blot et Hvælv, men har 2 eller flere Pillarrækker med Hvælv over hverandre. Indtil dette Aarhundrede anvendtes denne Konstruktion ved de større Brobygninger, og ogsaa siden er der bygget Kjæmpeværker af samme Slags, der især udmærker sig ved sin Længde og Høide. En af de aller længste er Jernbanebroen mellem Venedig og Fastlandet, der løber henover Lagunerne i en Længde af over 12000 Fod og hviler paa 222 Buer. London-Broen og Waterloo-Broen, der fører over Themsen i London, er af samme Konstruktion med respektive 148 og 116 Fods Spænd; det største Spænd, nemlig 194 Fod, har maaske Broen ved Chester i England.

Hvad der ved Sten- og de senere Jernbroer ofte volder de største Vanskeligheder er Fundamenteringen, der paa Grund af den store Tyngde maa være særdeles solid. Man bliver, hvor den øvre Bund er løs eller blød, nødt til at gaa gjennem denne ned til den faste Undergrund. Før gjorde man dette ofte ved at ramme Pæle ned og siden bygge herpaa, eller man byggede sig ned med en vandtæt Dæmning, skaffede Vandet og den bløde Jord indvendig bort og murede saa fra den faste Bund. Nu opføres gjerne fra Bunden en Tømmerkasse, som tømmes for det løse Materiale og fyldes med store Stene indtil Vandfladen, eller ogsaa skrues mægtige Jernrør ned gjennem den bløde Grund, indtil de staar urokkelig fast. Disse Fundamenteringsarbeider bliver naturligvis ofte baade særdeles vanskelige og kostbare, og man foretrækker da at benytte meget store Spænd, men i saa Tilfælde forslaar ikke længer Træ eller Sten; man maa da benytte Jern.

Jernbroer. Jern er et Materiale, der besidder en stor Modstandsevne saavel mod Tryk som Strækning, hvorfor det i høi Grad egner sig til Brobygning. Det blev derfor ogsaa allerede i 1779 anvendt i England. Man brugte først Støbejern, men gik senere over til Smedejern og endog Staal, da disse

sidste ikke alene er seigere, men ogsaa lider mindre indre Forandring ved Rystelser og Temperaturvexling, hvad der er en slem Omstændighed ved Støbejern.

Hvis man lægger en længere Bjelke af Træ, Jern etc. saaledes, at den kun understøttes ved Enderne, saa vil den ved sin egen Tyngde og end mere, naar der paa Midten af den anbringes Vægter, synke ned her, saa at den altsaa danner en Bue med Krumningen nedad. Undersøger man dens Længdeforholde nøiagtig, vil man finde, at den øvre, konkave Side af den er bleven noget kortere, den nedre, konvexe noget længere, end før den blev saaledes opstillet. Derimod er dens Midtlinie af nøiagtig samme Længde som før. Fibrene i Bjælkens øvre Side har altsaa været udsat for Sammentrykning, i den nedre for Strækning, medens Midtfibrene hverken sammentrykkes eller strækkes. Da det saaledes næsten blot er dens øvre og nedre Side, der udsættes for Kræfternes Paavirkning, saa er det disse Dele af Bjælken, som man maa give den største Styrke, man kan derfor give den en Form som I, hvorved man baade sparer Materiale og mindsker Vægten, uden derfor i nogen Grad at forringe Styrken. Bliver Bredden af den øvre og nedre Del her meget stor, saa gives Bjælken bedre en Form som II. Den kommer da altsaa til at danne et Rør med rektangulært Gjennemsnit, og hvis øvre og nedre Plader springer noget udenfor de vertikale Forbindelsesplader. Man har her Princípet for saavel Rør- som Gitterbroerne.

Rørbroer. Over Menai-Sundet, der skiller mellem Øen Anglesea og Wales, var der i 1826 anbragt en storartet Hængebro. Denne var imidlertid ikke solid nok til at føre Jernbanetræn over, og da man ønskede dette, henvendte man sig til Robert Stephenson. Der kunde ikke her anvendes nogen Stenbro, da Strædet var altfor dybt til at faa anbragt de nødvendige Pillarer, og Stephenson udkastede da Planen til den storartede Britannia-Rørbro, se Fig. 193. Han valgte til Overgang et Sted, hvor der nogenlunde midt i Sundet stak op en Klippe, der ved Høivand var omtrent 10 Fod under Vandfladen, men ved Lavvand ligesaa meget over. Paa denne opførtes det midterste, særdeles stærkt byggede Brokar af Sten. Nær Land opbyggedes to lignende, saa at Broen altsaa i det Hele har 3 Kar foruden det murede Landkar ved hver Ende. Broen selv bestaar af et eneste uhyre Jernrør af rektangulært Gjennemsnit og ved en Skillevæg langs efter delt i to Dele med hver sit Jernbanespor. Rørets øvre og undre Begrænsning er ikke kompakte Jernplader, men danner ogsaa solide sammennittede, firkantede Rør, saa vide, at en Mand med Lethed kan krybe gjennem dem; der er nedentil 6, oventil 8 saadanne Rør for hver af Broens Afdelinger. Siderne bestaar af $1^1/_6$ Tomme tykke Jernplader.

Broen blev efter 4 Aars Arbeide færdig i 1850. Dens hele Længde er omtrent 1500 Fod, hvoraf 900 Fod er frit spændt mellem de to nærmest Land staaende Brokar; ved det midterste lod nemlig Stephenson der blive et Spillerum af 8 Tommer mellem Røret og Underlaget, og endnu har Røret ikke sunket saa langt ned, at det hviler paa Muren. Rørets Høide udvendig er omtrent 30 Fod, Bredden af det dobbelte Rør henved 15 Fod, og dets Høide over Havfladen er 127 Fod. Der medgik over 200,000 Centner Smedejern, og Røret løftedes fra Flaaderne, hvorpaa det bragtes til Stedet, op til sin rette Stilling ved Hjælp af hydrauliske Presser.

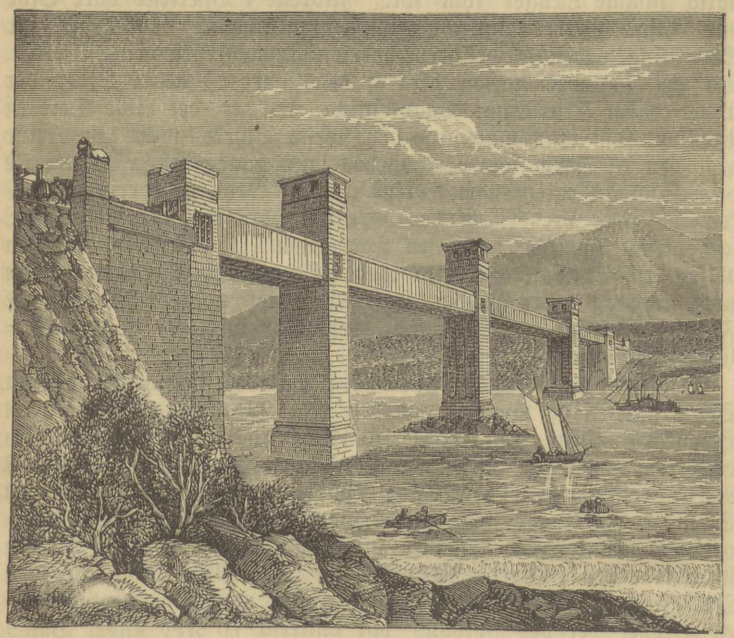

Fig. 193. Britannia-Broen.

Snart efter byggedes af Stephenson en lignende Rørbro Viktoriabroen over St. Lawrence Floden ved Montreal i Kanada. Denne er omtr. 10,500 Fod lang, 60 Fod over Vandfladen og med Spænd paa indtil 320'. Røret selv er tredelt og over 6600 Fod langt.

Efter samme Princip er ogsaa de saakaldte Gitterbroer konstrurrede. Forskjellen er blot den, at Siderne, istedetfor at bestaa af tæt sammenføiede Jernplader danner et Gitterverk af Jernbjælker og Strævere. Man fandt nemlig, at det ikke for

Broens Styrke var nødvendigt at have Siderne hele og undgik paa denne Maade ogsaa det uhyggelige Mørke, der raadede i Rørbroerne. Da videre den hensigtsmæssigste Form for en Bjælke, der understøttedes ved sine to Ender, er en større Høide paa Midten og aftagende mod Enderne, saa faar Gitterets Over- og Underside oftest en buet Form, og Brobanen er da horizontalt fæstet til den nederste Bue.

En saadan Gitterbro er Albertbroen ved Saltash i England; den har en samlet Længde af omtrent 900 Fod, hvoraf 2 Spænd paa vel 430 Fod. Midt i Elven er reist en Pillar. Bunden ligger her 70 Fod under Overfladen, og den var saa blød, at man maatte arbeide sig 20 Fod ned i den for at faa tilstrækkelig Støtte for Pillen. Dette skede derved, at man nedsænkede en Jerncylinder, 36 Fod i Gjennemsnit og 100 Fod høi; den sank ved sin egen Tyngde ned gjennem Mudderet, som derpaa tilligemed Vandet blev bortbragt. Indeni Røret opbyggedes saa en solid Granitpille, hvorpaa anbragtes 4 Jernsøiler med Murmellemlag.

Nogle af de mest storartede Gitterbroer er Weichselbroen ved Dirschau, Elbbroen ved Hamburg og Rhinbroen ved Mainz. Den første byggedes af Tydskeren Lentze 1850—57 og har en samlet Længde af 2700 Fod, fordelt paa 6 Spænd af indtil 390 Fods Vidde; Gitrenes Over- og Underkant er forøvrigt ved denne horizontale.

Hængebroer. For meget store Spændvidder forslaar imidlertid ikke heller disse Konstruktioner; man er da ofte nødsaget til at gribe til Hængebroer. Den første byggedes i 1796 i Nordamerika, og snart efter fik de Indpas ogsaa i Europa. En af de første Broer, der i større Maalestok her byggedes efter dette Princip, var den før nævnte Hængebro ved Menai-Strædet i 1818.

Paa de to Bredder mures der op særdeles faste Taarne, og over disse føres saa to Jernkjeder eller senere stærke Jerntraadsliner, hvis Ender befæstes solid i Fjeldgrunden udenfor Taarnene. Kjederne kommer saaledes paa Grund af sin Tyngde til at hænge i en svag Bue, spændt fra Taarn til Taarn. I disse ophænger man saa atter i Jernkjeder eller Stænger selve Brobanen.

En af de især paa Grund af sin Høide mærkeligste Hængebroer fra den første Tid er en ved Freiburg i Schweitz, se Fig. 194. Den har et Spænd af 742 Fod og en Høide af 160 Fod over Dalbunden. Senere er der ogsaa nær Freiburg spændt en anden i en Høide af 300 Fod.

Flere af de første saadanne Broer havde imidlertid en uheldig Skjæbne, idet de pludselig styrtede ned, rimeligvis foraarsaget ved de Rystninger og undertiden regelmæssige Svingnin-

ger, hvori de let sattes. Man opgav derfor en Stund denne Konstruktion, da man ikke længer troede den sikker.

Det varede dog ikke længe, førend Tydskeren Røbling ved

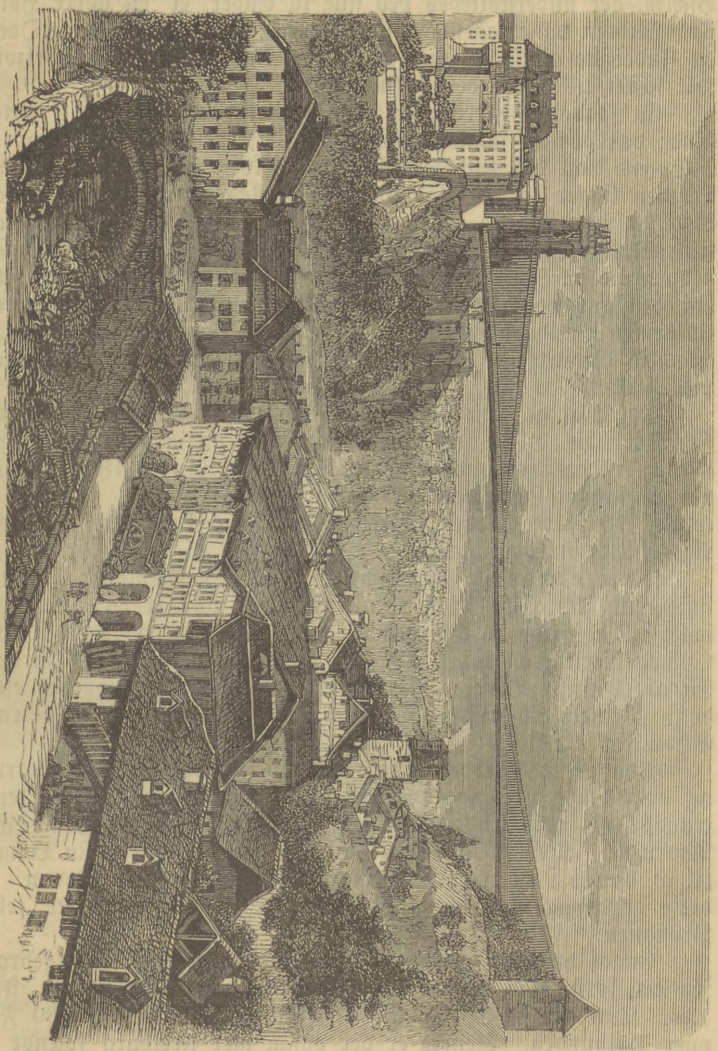

Fig. 194. Hængebro ved Brooklyn i Chicago.

adskillige Forbedringer atter bragte den tillive, og der er i den senere Tid konstrueret endog en hel Del Jernbanebroer med Spændvidder, der langt overgaar nogen af de ældre, og som dog har vist sig fuldkommen solide. Hans System er en Art kom-

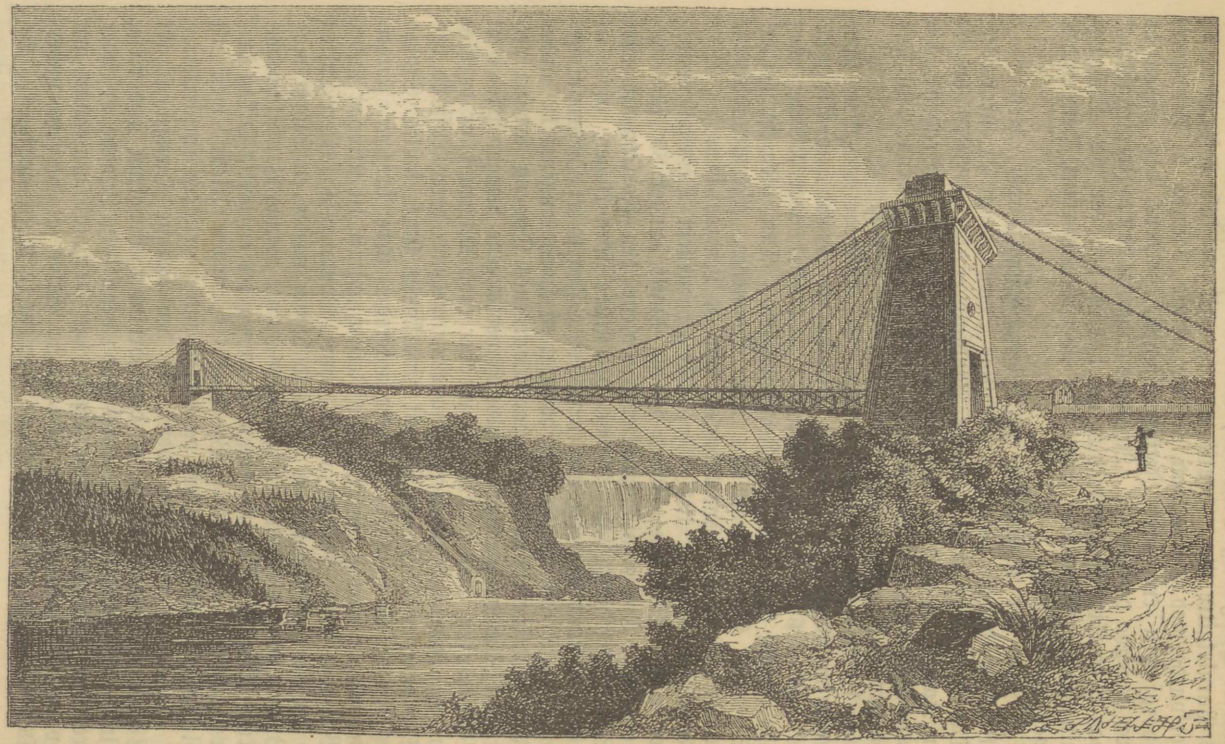

Fig. 195. Hængebro over Niagara.

bineret Hænge- og Gitterbro, idet den egentlige Bro bestaar af 2 Paralelgitre, der oventil og nedentil er fast forbundne og forsynede med Gulve, saa at der altsaa dannes 2 Brobaner, hvoraf den ene fører Jernbanesporene, medens den anden er for gaaende og kjørende. Ligeledes anvendte han to Jerntraadliner paa hver Side istedetfor blot én, hvoraf den ene ved Ophængningstouge forbandtes med den øverste Gitterkant, den anden med den underste.

Man har i Europa en Del saadanne Broer, men de i Amerika byggede overgaar i dristige Spænd langt de europæiske. Tæt ved Niagaras mægtige Vandfald er der i 1859 bygget en Hængebro, med et Jernbanespor paa den øvre Brobane, medens der under er Kjørebane. Spændet er ved denne 796 Fod og den undre Bane ligger 253 Fod over Elven.

10 Aar efter blev den i Fig. 195 afbildede nye Bro strax nedenfor Vandfaldet aabnet. Den har et Spænd paa ikke mindre end 1164 Fod, og Høiden er 184 Fod over Elven; men den er ikke indrettet for Jernbanefart. Den blev bygget af Samuel Keefer paa blot tolv Maaneder. Jerntraadlinerne kom fra England; Hovedtougene har en Længde hver af 1833 Fod, hvoraf omtr. 1250 Fod hænger mellem Befæstelsespunkterne paa Taarnene; Buens dybeste Punkt hænger 85 Fod dybere end Ophængningspunkterne; alene den Forlængelse eller Sammentrækning, som Varme og Kulde foraarsager, gjør, at denne Afstand varierer næsten 4 Fod. Fra hvert Ophængningspunkt gaar der desuden, uafhængigt af Hovedtougene, 12 andre Jerntraadliner over Ruller paa Taarnenes Top og særskilt fæstede i Klippen udenfor. Selve Hovedtougene hænger ikke i et Vertikalplan, men trækker sig indover mod Midten, hvor de blot er 12 Fod fjernede fra hinanden, medens deres Afstand ved Taarnene er 24 Fod. For at give Broen størst mulig Støhed og hindre Svingninger er der foretaget flere særegne Foranstaltninger, som stramt spændte Jerntraadliner til Klippen under Broen o. s. v. Faldet af den uhyre Vandmasse sætter Luften i saa stærk Bevægelse, at der altid blæser næsten en Storm mod Broen, hvad der under Bygningen voldte mange Vanskeligheder. Kort Tid efter Broens Bygning rasede der en heftig Orkan her, som bragte enkelte af Brodelene i nogen Ulave, men alt blev snart igjen afhjulpet og Broen end yderligere forstærket.

Dette er imidlertid endnu ikke den længste Hængebro; thi Eastern-River-Broen, der forbinder Brooklyn med New-York bar et Spænd paa 1650 Fod; dens hele Længde er over tre Gange saa stor. Den ligger saa høit, at den gaar hen over Hustagene og tillader de største Skibe at passere under. Den er bygget efter det samme Princip som den forrige.

XXVIII.

Luftballoner og Luftfart.

Hvem har ikke følt Lyst til let og raskt som Fuglen at fare hen over Skov og Fjeld og Sø, til høit over Jordens Støv og Smuds at svæve op mod den straalende Himmel? Allerede Sagnet om Ikaros fortæller os om en saadan Higen; men det samme Sagn beretter ogsaa, at han ikke naaede sit Maal; Voxet, hvormed hans Vinger var fæstede, smeltede, efterhaanden som han steg høiere, for Solens glødende Straaler, og Sagnets dumdristige Luftfarer omkom ynkelig.

I Virkeligheden har dog intet Menneske, tiltrods for at uafladelig nye Flyvemaskiner siden forrige Aarhundredes Begyndelse har dukket op, drevet det til at flyve, dels har Maskinerne kun været til paa Papiret, dels har de aldeles ikke villet gjøre Tjeneste, som den Blanchard, der siden gjorde sig bekjendt som Ballonseiler, i Slutningen af forrige Aarh. konstruerede. Den eneste, som har opnaaet at holde sig længere Tid i Luften og herunder bevæge sig frem, var Franskmanden Besnier i 1786. Men ogsaa han maatte begynde fra et høiereliggende Sted og dalede rask under Farten.

At ikke nogen af alle de foreslaaede Flyveapparater har kunnet lede til noget Resultat er forøvrigt begrundet i Sagens egen Natur. Menneskets Muskelkraft er vel altfor ringe til en saa hurtig og kraftig Bevægelse af Vinger eller lignende Apparater, som der skal til for at holde den temmelig store Byrde svævende i et saa let og letbevægeligt Stof som Luften, der af denne Grund yder en altfor liden Modstand mod Slagene. Ganske anderledes forholder det sig med Vandet; dettes Tæthed og specifike Vægt er saa mange Gange større, næsten ligesaa stor som det menneskelige Legemes, hvorfor der kun skal meget liden Kraft til at holde dette flydende, og Resten altsaa kan anvendes til Fremdrift, ligesom ogsaa denne selv af samme Grund kan ske under ganske anderledes heldige Betingelser. Overhovedet er derfor en Flyvemaskine, hvorved Menneskets Muskelkraft baade skal tjene til at holde Legemet oppe og drive det frem, en Urimelighed, og vi vil derfor heller ikke opholde os ved nogen af de foreslaaede, lige unyttige Konstruktioner.

Det var derfor fra en i og for sig rigtig Ide, at Lanv udgik, da han ogsaa i forrige Aarh. Slutning foreslog at anvende 4 Kugler af tyndt Kobberblik, hvoraf al Luft er udpumpet til at holde Legemet svævende i Luften. Men han tog ikke i Betragtning, at for at Kobberets Vægt ikke skulde gjøre Kuglens egen Tyngde for stor, til at den kunde formaa at holdes svævende og endog løfte en Byrde med sig, maatte Blikket være saa tyndt, at det umulig kunde modstaa den ydre Lufts enorme Tryk. Hans Forslag har derfor heller ikke mindste Betydning uden forsaavidt, som man allerede heri synes at øine den snart efter opdukkende Luftballon.

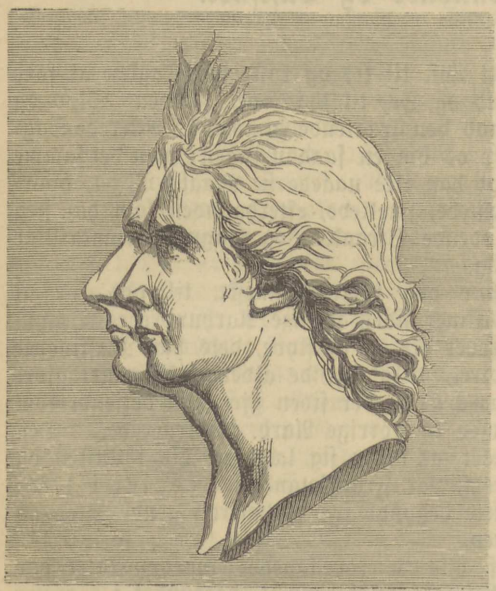

Fig. 196. Brødrene Montgolfier, efter en Medaille fra 1784.

Luftballonernes Opfindelse. Allerede i 1736 skal en Portugiser ved Navn Guzman for Kongens Øine være stegen tilveirs i en Art Luftballon, der bestod af en med Papir betrukken Fletning, hvorunder der tændtes en Ild. Forsøget faldt imidlertid forsaavidt uheldigt ud, som Ballonen stødte mod Slottets Tag og gik itu. Guzman faldt ned, men saa langsomt, at han slap helskindet derfra, men Inkvisitionen satte ham i Fængsel som Troldmand, og han undgik kun ved Kong Johan V's Mellemkomst Baalet. Det blev derfor med dette ene Forsøg, og Opfindelsen maatte gjøres paanyt.

Det er Brødrene Josef og Etienne Montgolfier, som Æren herfor tilkommer, især den første. De var Sønner af en Papirfabrikant i den lille By Annonay i Frankrig. Ideen til Luftballonen var opfunden i Josefs livlige Aand og sammen med den ligesaa begavede, men mere kritisk anlagte Broder, der allerede før havde gjort flere vigtige Opfindelser og Forbedringer paa Papirfabrikens Omraade, gav han sig ivrig især

med Forsøg*). Disse kronedes med saadant Held, at Brødrene den 4de Juni 1783 under Tilstrømning af en stor Menneskemasse kunde lade den første Luftballon stige op i Annonay.

Denne Ballon var dannet af Paklærred og beklædt med Papir, den havde Kugleform og var ved sin nedre Ende forsynet med et Fyrfad, hvorpaa der brændte en Blanding af fugtig Halm og Uld. De troede, at de herved fik istand en „elektrisk Gas", der skulde hjælpe til at bære Ballonen; medens dette i Virkeligheden blot skyldtes den Omstændighed, at den indespærrede Luft af Ilden opheddes, hvorved den blev lettere end den omgivende, og følgelig, naar Ballonen blev overladt til sig selv, maatte søge at hæve denne, indtil den kom til en Høide, hvori Lufttrykket indeni og udenom var lige stort. De havde først forsøgt med den da ganske nylig opdagede Vandstofgas, der er 14 Gange lettere end den atmosfæriske Luft og følgelig maatte være i ganske særegen Grad skikket for saadant Øiemed; men den var endnu temmelig ukjendt, man var bange for dens Letantændelighed, og man havde endnu ikke lært at fremstille den i større Maalestok. Siden havde de forsøgt med Vanddamp og almindelig Røg; men de blev, som sagt, sluttelig staaende ved Opheddningen af Luft ved Hjælp af Halm og Uld.

Ballonen hævede sig smukt og naaede under stormende Jubel en Høide af over 1500 Fod. Rygtet herom bredte sig hurtig over Frankrig, en Indberetning gjordes til Videnskabsakademiet i Paris, der indkaldte Etienne til Hovedstaden for der at gjentage sit Forsøg. De begeistrede Parisere kunde imidlertid ikke oppebie dette, men fik istand en Subskription, hvorved der indkom 10,000 Francs, og man overdrog til Brødrene Robert, Konstruktører for fysikalske Apparater, at forfærdige en Ballon efter Beskrivelsen fra Annonay, medens den øverste Ledelse heraf overgaves til Professor i Fysik Charles.

I Indberetningen fra Annonay var den Gas, man havde anvendt, holdt hemmelig, man vidste kun, at den var Halvdelen saa tung som almindelig Luft, som der stod. Charles bestemte sig, trods megen Modstand, til at benytte sig af Vandstofgas til Fyldning af Ballonen. Der opstod en Del Vanskeligheder ved Fyldningen, fordi man endnu altfor lidet kjendte til, hvordan man paa bedste og billigste Maade skulde fremstille denne Gas, og det i saa store Mængder; men man overvandt dog ved Charles' Dygtighed og Omtanke alle Besværligheder.

Den 27de August 1783, altsaa kun et Par Maaneder efter Montgolfiers Forsøg, var Ballonen færdig til Afgang. Opstigningen foregik fra Tuilleriernes Have, og Ballonen hævede sig i

*) Fra Etienne Montgolfier skriver sig ogsaa den sindrige saakaldte hydrauliske Væder.

mindre end to Minuter til en Høide af over 3000 Fod. Mod Charles' Raad havde man, for at give den et smukt Udseende, fyldt den fuldstændig med Gas, hvoraf Følgen som forudsagt

Fig. 197. Montgolfiers Ballon, opsendt i Versailles 19de Septbr. 1783.

blev, at da Ballonen var kommen til denne Høide, blev den, paa Grund af det her værende mindre ydre Lufttryk, saa stærkt spændt, at den revnede og dalede ned et Stykke fra Paris. Imidlertid var Jublen og Begeistringen hos de henved 300,000 Tilskuere

overordentlig stor, og man lovede sig utrolige Resultater af den nye Opfindelse, Resultater, som imidlertid i de hidtil forløbne næsten 100 Aar, kun i ringe Grad har svaret til Forventningerne.

Der var saaledes i samme Aar opstaaet to Slags Balloner, der fik Navn efter sine Opfindere: Montgolfierer, hvortil benyttes Ophedning af Luften, og Charlierer, der anvender Vandstofgas eller en anden Gasart, lettere end Luft. Der dannede sig et Parti for hver af dem, og en ivrig Kappestrid begyndte, hvorunder den ene Ballon efter den anden sendtes op.

Ballonens videre Udvikling og de første Luftreisende. Etienne Montgolfier var imidlertid efter Opfordringen kommen til Paris, hvor han var Vidne til den af Charles konstruerede Ballons Opstigning. Han besluttede sig da til at gjentage sit Forsøg fra Annonay, men i større Maalestok. Hans nye Ballon, der forresten havde en eiendommelig Form, var 70 Fod høi og havde et Gjennemsnit af 48 Fod, den var af Lærred, indvendig og udvendig foret med Papir og rigt udsmykket. Den var færdig allerede 11te Septbr. samme Aar; men da Kongen, Ludvig XVI, ønskede, at man vilde lade den gaa op i Versailles, blev Opstigningen udsat; imidlertid indtraf et Uveir og ødelagde den aldeles. En ny blev istandbragt paa faa Dage og sendtes 19de samme Maaned tilveirs med et Faar, en Hare og en And i en til dets Ende fæstet Kurv. Efterat være stegen til en ganske betydelig Høide, sank Ballonen langsomt ned, og Dyrene var uskadte.

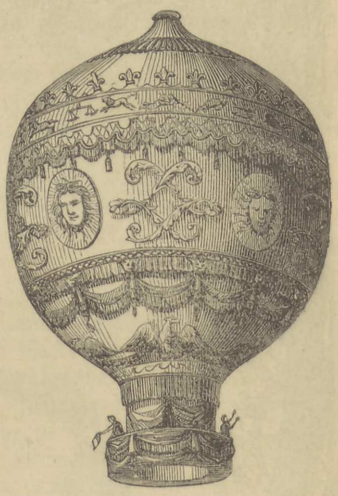

Fig. 198. Den første Montgolfier med Reisende.

Dette lykkelige Udfald bragte Montgolfier paa den Tanke at konstruere en Ballon, der skulde bære Mennesker, og han opmuntredes heri af en ung Læge, Pilâtre de Rosier, der absolut vilde prøve det farlige Vovestykke. Ballonen, hvoraf i Fig. 198 er givet en Afbildning efter en Tegning fra den Tid, var omkring den nederste Del forsynet med en Slags cirkelformig Balkon af Vidier, hvori Passagererne og det nødvendige Brænde skulde have Plads, ligesom den var rigt smykket med malede og forgyldte Ornamenter.

Da den var færdig, fik imidlertid saavel Montgolfier som Ludvig XVI Betænkeligheder, og det lykkedes den ivrige Rosier

Fig. 199. Charles' og Roberts Opstigning i Versailles 1ste Decbr. 1783.

kun at hæve disse ved Markis d'Arlands Foreſtillinger; denne erklærede ſig ſelv villig til at følge med, og endelig blev den ønskede Tilladelſe given.

Den 21de Oktober endnu i ſamme Aar ſteg de driſtige Reiſende ind, der blev ſtukket Ild paa Halmen, og Ballonen hævede ſig langſomt og majeſtætiſk i Veiret fra Slottet Muette, et Stykke udenfor Paris i Boulogneſkoven. Paſſagererne kunde efter Behag ſtige og ſynke, efterſom de forøgede eller formindſkede Ilden, og de ſteg efter 25 Minuters Fart i god Behold ned paa den anden Side af Paris. Der var da imidlertid, ſom man havde frygtet, brændt flere Huller i Ballonens Træk, og ogſaa Rebene var noget beſkadigede af Ilden. Luftfarerne blev modtaget med en uendelig Jubel ved ſin Tilbagekomſt.

Dette bragte Charles og Robert til 1ſte December ſ. A. fra Tuilerierne at ſtige op i en Charlier. De kom ogſaa lykkelig og vel ned omtrent fire Mil udenfor Paris efter to Timers Fart i en betydelig Høide. Ballonen blev, da de ſkulde ſtige ud, holdt faſt af nogle Bønder, Robert kom ſtrax ud, men ſaa rev et Vindſtød Ballonen igjen tilveirs; lettet for en ſtor Del af ſin Byrde ſteg den pludſelig til over 12,000 Fods Høide, men ogſaa Charles ſlap lykkelig ned ſtrax efter.

Charles havde allerede ved denne Ballon anvendt godtſom alle de Forſigtighedsregler, ſom ogſaa ſenere har været i Brug, ligeſom Ballonen ſelv beſtod af Silke overſtrøget med Guttaperka, for at gjøre den mere ugjennemtrængelig for Gaſen. Skjønt Montgolfieren endnu en længere Tid holdt ſig ved Siden af Charlieren, og der med begge Slags Ballooner i den følgende Tid blev foretaget en ſtor Mængde Luftfarter, fik dog de ſidſte paa Grund af den mindre Fare, der var forbunden med Opſtigningen, og deres ſtørre Bæreevne et afgjort Fortrin fremfor de førſte, og Montgolfieren benyttes nu blot en enkelt Gang ved feſtlige Tilſtelninger, hvorved man ikke har til Henſigt at lade Mennesker ſtige med op.

Charlier-Ballonen og dens Udſtyr. De Balloner, der er beſtemt til at føre Mennesker, er altid af Silke, gjennemtrængt med en Kautſchukopløsning; de har en Slags Pæreform, idet den øverſte, kugledannede Del nedentil afſmalner i en Spids. Over hele Ballonen er der udſpændt et Net af ſtærke Snore, ſe Fig. 200; dette løber nedentil ſammen i ſolide Touge, hvortil man fæſter den ſaakaldte Gondol, ſom er beſtemt til at bære Paſſagererne og de løſe, til Ballonens Udſtyr henhørende Dele. Nettet bruges, for at Tyngden af Gondol med Indhold ſkal fordeles over den hele Ballons øvre Flader, hvorved den ikke udſættes for at rives itu af Vægten. Gondolen ſelv er i Regelen forarbeidet ſom en Kurv af Spanſkrørfletning, for at være let og paa ſamme Tid ſtærk.

Fig. 200. Nedstigning ved Hjælp af Faldskjærm.

Videre er Ballonens Toppunkt forsynet med en Ventil, der stænger for den indesluttede Gas, og som efter Behag kan aabnes og lukkes af Luftskipperen ved Hjælp af Snore. I Gondolen befinder sig et eller flere Ankere af Jern, som benyttes, naar man vil stige ned, til at fastholde Ballonen. En Del Sække med Sand, Ballasten, tjener til at hindre for tidlig Daling, idet man drysser en tilstrækkelig Mængde af Sandet ud, hvorved Ballonen lettes og igjen stiger tilveirs. Samtlige disse Forsigtighedsforanstaltninger var allerede af Charles trufne ved den første Luftreise.

Siden føiedes hertil en Faldskjærm der, som i Fig. 200 vist, i Grunden blot er en meget stor og solid Paraply, hvortil i Snore er fæstet en liden Gondol eller Kurv, hvori den Reisende kan tage Plads. I dens Midtpunkt er der en mindre Aabning, for at den under Faldet stærkt sammenpressede Luft derigjennem kan finde nogen Udgang, og hvorved det forhindres, at Skjærmen vender sig om, hvad der vilde være i høieste Grad farligt. Denne Aabning er omgiven med en Træring, hvorfra de Snore løber ud, som bærer Kurven. Skjærmen fæstes med et Toug ved Siden af Gondolen og er da sammenfoldet. Den har til Hensigt, om der skulde indtræffe en Ulykke med Ballonen, at tjene som Redningsmiddel for Luftskipperen, der da stiger ud i Kurven, kapper Befæstningstouget og lader sig falde; ved Luftens Modstand vil strax Skjærmen blive udfoldet og virker ved sit store Omfang og sin Form hemmende mod Faldets Hastighed. Mærkelig nok har den aldrig endnu kommet til Anvendelse i det kritiske Øieblik ved de uheldige Luftfarter. Den har kun været brugt til at forbause Publikum med det Kunststykke at lade sig falde fra svimlende Høider.

En Englænder Cocking havde ved at se, at en Paraply under frit Fald vender sig om, fattet den fortvivlede Tanke, at en Faldskjærm, dannet som en omvendt Paraply, skulde være særdeles sikker og hensigtsmæssig. Han fulgte, uden at undersøge Sagen nærmere, med en Luftskipper og lod sig, trods dennes Modforestillinger, med sin bagvendte Skjærm falde fra en Høide af 3000 Fod. Da Skjærmen vendte sin konvexe Side ned, fik Luften let Anledning til at løbe af langs Siderne, Hurtigheden af Faldet tiltog i en forfærdelig Grad, og Cocking var blot en uformelig Masse, da man fandt ham.

I den senere Tid træffer man ogsaa gjerne en Del andre Sikkerhedsforanstaltninger. Man har saaledes ofte med sig foruden Ankrene et langt og tykt Toug, som ved Nedstigningen kastes ud; det kan dels ved at slynge sig om Træer og andre Gjenstande tjene som Anker, dels virker det som en Bremse, idet det slæber langs Jorden, dels kan Skipperen derigjennem faa Hjælp til Fastholden af Ballonen fra Folk, der kunde befinde sig i Nærheden. Naar man kan resikere at komme henover Vand, har man

ofte med sig en hul Metalkugle, der, om Ballonen skulde dale ned til Vandet, kan udkastes, hvorved den lettes for en Del af sin Vægt og atter stiger. Ligeledes medføres da Redningsbøier. Det kan undertiden være af stor Vigtighed, naar man vil stige ud, med en Gang at kunne faa Ballonen tømt for Gasen; man indretter sig derfor i den senere Tid ofte saa, at man ved at trække i en Snor aabner Ballonen i hele sin Længde.

Ballonen *fyldes* enten med Vandstofgas eller almindelig Lysgas. Da den første er omtrent 17 Gange lettere end almindelig, atmosfærisk Luft, medens den sidste, der bestaar af en Blanding af Kulvandstof- og Vandstofgas, blot er omtrent 2 Gange lettere, saa kan man i første Tilfælde gjøre Ballonen meget mindre end i sidste for Bæringen af samme Vægt. Da imidlertid Vandstofgasens Fremstilling er meget kostbarere, saa bruges især i den senere Tid blot Lysgas, naar Opstigninger sker fra Byer med Gasværk, hvor der følgelig ingen særskilte Foranstaltninger behøves.

Vandstofgasen fremstilles ved Dekomposition af Vand, der bestaar af en kemisk Forbindelse af denne Gasart med Surstofgas. Man indretter sig paa følgende Maade: I et stort Antal ganske lufttætte Tønder paafyldes Jern og Vand, hvortil man senere lidt efter lidt sætter fortyndet Svovlsyre. Allerede under almindelige Omstændigheder har Jern, som de fleste andre Metaller, stor Tilbøielighed til at forbinde sig med Surstof til saakaldte Oxyder eller til at ruste, som det i daglig Tale kaldes; denne Tilbøielighed forøges ved Tilsætningen af Svovlsyre i den Grad, at derved Vandet dekomponeres i Surstof, som forbinder sig med Jernet til Jernoxydul, hvilket atter med Svovlsyren danner i Vand opløseligt Jernvitriol og Vandstofgas, der gjennem Røret i Tøndernes øvre Bund ledes hen til et fælles større Kar, hvor den maa passere gjennem Vand og udsættes for en Regn af fine Vanddraaber. Herved befries Vandstoffet for mulig medfølgende Syredraaber og en Del forurenende Gasarter, hvorpaa den gjennem en lufttæt Slange ledes hen til Ballonens nedre Ende, hvor den frit faar følge sin, paa Grund af dens store Lethed stærke Tilbøielighed til at stige tilveirs og saaledes lidt efter lidt fylder Ballonen.

Man maa altid iagttage den Forsigtighed ikke at fylde Ballonen mer end til omtrent $^3/_4$ med Gas, da denne nemlig, efterhvorsom Ballonen stiger op i høiere Luftlag, hvor det ydre Atmosfæretryk stadig aftager, med altid voxende Spænding trykker udad mod Væggene, som, hvis Ballonen fra først af var helt fyldt, ufeilbarlig vilde revne, saaledes som Tilfældet var med den første Charlier.

Man har forsøgt paa mangfoldige Maader at *styre* Ballonen, saa at man uberoende af Vindretningen skulde kunne gaa, hvorhen man ønskede. Spørgsmaalet er imidlertid endnu ikke løst

og vil vel muligens aldrig blive det; det strander paa Luftens store Bevægelighed og ringe Tæthed samt Ballonens mægtige Omfang, hvorved der frembydes en stor Overflade for Vindens Virkning.

Man har utallige Forslag i denne Retning. Det første gik ud paa, at man skulde sammenkoble en hel Række af Balloner, hver med sin Gondol; ved skiftevis at lade dem dale og stige i bestemt Orden, skulde dette Apparat da bugte sig frem i Luften; det kom dog aldrig længer end til Forslaget og vilde heller intet Resultat have givet.

Giffard gjorde i 1852 Forsøg med en Ballon i Form af en i begge Ender tilspidset, horizontal Cylinder. Under denne var et Stillads, i hvis ene Ende befandt sig et trekantet Seil, der skulde tjene som Ror; under dette var et mindre Stillads, som bar en liden Dampmaskine, der drev en trebladet Skrue omkring med en Hastighed af 110 Omdreininger pr. Minut. Han kunde virkelig gaa i en noget forskjellig Retning fra Vindens. Efter nogenlunde det samme Princip er de andre Styreindretninger ogsaa konstruerede; men det har været umulig at fjerne sig i nogen betydeligere Grad fra Vindretningen.

Undertiden gaar der i de forskjellige Luftlag Vindstrømme i forskjellige Retninger; ved nu at stige, indtil han finder en, der nogenlunde gaar i den ønskede Retning, kan Luftskipperen dog undertiden, men i de sjeldneste Tilfælde og med Tab baade af Ballast og Gas, lade Ballonen omtrentlig føres did, hvor han vil.

Nogle mærkelige Luftreiser skal sluttelig kort omtales. Indtil 1785 havde man gaaet op i Ballon uden noget bestemt Maal for sin Reise. Den første, som tænkte herpaa, var Blanchard. Han bekjendtgjorde, at han ved første gunstige Vind vilde gaa over Kanalen fra Dover til Calais. Opstigningen skede 1785 i en med Vandstof fyldt Ballon sammen med Irlænderen Dr. Jeffries. Da de nærmede sig den franske Kyst dalede Ballonen meget stærkt, og det var først, efterat de havde skilt sig ved alle løst medførte Gjenstande som Ballast, Proviant, Anker, ja endog sine Klæder, og efterat de allerede havde besluttet sig til at kappe Gondolen og kun holde sig fast i Tougverket, at de lykkelig landede et lidet Stykke fra Calais efter en halvtredie Times Reise. De hilstes med uendelig Jubel her, og paa det Sted, hvor de steg ned, reistes en Mindestøtte.

Ikke saa heldig gik det den dristige Luftskipper Pilâtre de Rosier, som ogsaa før er omtalt. Han besluttede efter Blanchards lykkelige Reise at gjentage dette Forsøg. Hans Ballon, der er afbildet i Fig 201, var en Sammensætning af en Charlier og en Montgolfier, idet der under den med Vandstofgas fyldte Ballon var fæstet en cylinderformig Del, hvori Luften skulde ophedes fra et Ildsted. Man forstaar, at dette var en i høieste Grad farlig Kombination, naar man erindrer, hvor

særdeles letantændelig Vandstofgasen er. Han steg sammen med sin Landsmand Romain op ved Boulogne og agtede at lande i England. Veiret var imidlertid stormende, og det saa ud til, at Luftseilerne vilde stige ned igjen, thi Rosier trak i Ventilsnoren, inden Ballonen endnu var kommen udenfor Kysten. Formodentlig har Ventilen været i Ustand, saa at den ikke igjen lod sig lukke, thi Charlieren faldt ned over Montgolfieren, hvorved ogsaa denne tryktes sammen, og Ballonen dalede med en forfærdelig Hastighed. Da man kom til, var Rosier allerede død, medens Romain endnu levede i nogle Minuter.

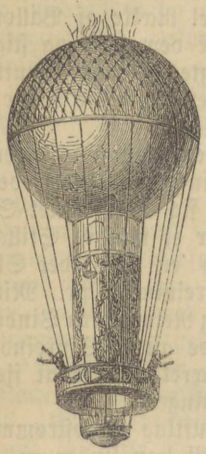

Fig. 201. Rosiers Ballon.

Der opstod snart Luftseilere af Profession, der gjorde sig Ballonopstigninger til en Indkomst, og som stadig ved nye, spændende Paafund søgte at fængsle Interessen. Saaledes steg Testu-Brissy op siddende paa en Hest. Madame Blanchard vilde engang fra sin Ballon i betydelig Høide antænde en Del til Faldskjærmen fæstede bengalske Blus, men ved Uforsigtighed kom hun med Lunten saa nær til Ballonens Aabning, at Vandstofgasen antændtes. Hun søgte forgjæves at slukke Branden; men Ballonen dalede langsomt, og hun var sandsynligvis bleven reddet, hvis ikke Vinden havde ført hende ind over Paris. Gondolen stødte an mod et Tag, hvorved hun slyngedes ud og blev liggende paa Gaden med knust Hoved.

Englænderen Charles Green, ogsaa en berømt Luftseiler, skulde drage fra London over Kanalen i 1836 sammen med 2 Passagerer. Det blev Nat, inden de endnu var komne udenfor England, det blæste op, og Ballonen for med stor Hastighed videre. Da de om Morgenen besluttede sig til at stige ned, havde de paa 19 Timer tilbagelagt en Veilængde af mere end 50 Mile og befandt sig i Nassau.

Blandt andre bekjendte Luftseilere kan nævnes Jaques og Elisa Garnerin, Georges Green, den ovenfor nævntes Søn, Godard, Nadar, Giffard o. fl.

I videnskabelige Øiemed er der ogsaa foretaget flere Luftreiser, saaledes af Tyskerne Robertson og L'Holst i 1803 og Aaret efter af de bekjendte franske Fysikere Gay-Lussac og Biot. Senere steg Gay-Lussac alene op og naaede efter sine Jagttagelser en Høide af henved 25,000 Fod, den største Høide, som dengang var naaet. Man erholdt ved disse Reiser flere interessante Jagttagelser over de høiere Luftlag. Englæn-

deren Glaisher skal i 1862 have naaet til over 30,000 Fods Høide. Denne Reise havde nær faaet et sørgeligt Udfald, idet Glaisher i denne uhyre Høide, hvor Lufttrykket var særdeles lavt, blot lidt over 80mm., faldt bevidstløs om, og Luftskipperen Coxwell, der medfulgte, blot havde saamegen Kraft tilbage, at han med Tænderne kunde trække i Ventilsnoren, hans Arme vilde nemlig ikke længer gjøre Tjeneste. Uheldigere gik det i 1875 paa en ligeledes i videnskabeligt Øiemed foretagne Opstigning af Luftskipperne Croce-Spinelli, Sivel og Tis-

Fig. 202. Anvendelse af fæstede Balloner under den første franske Republiks Krige.

sandier, der havde tænkt at stige høiere end nogen før. De havde medtaget Beholdere med Surstof for at kunne aande i den store Høide; de kom høiere end 25,000 Fod, men hvorlangt vides ei. Imidlertid døde de to, og Tissandier kom aldeles bevidstløs ned igjen. Han beretter, at de alle tre var besvimede, dog kom han selv og strax efter Croce-Spinelli atter til Bevidsthed; Ballonen dalede stærkt og den sidste slyngede i Vanvid ud alt løst, som fandtes i Gondolen, og Ballonen hævede sig atter raskt, hvorved de paany tabte Bevidstheden.

I Krigsvæsenets Tjeneste er ogsaa Ballonen traadt. Man

Fig. 203. En Ballon fra det indesluttede Paris passerer de preussiske Linier.

har her benyttet fæstede Balloner til derfra at foretage Rekognoscering af Fiendens Stilling, saaledes under nogle af den første franske Republiks Krige. I den sidste fransk-tydske Krig 1870—71 anvendtes de, som bekjendt, ogsaa særdeles hyppig, dels til Rekognoscering, dels til at bringe Meldinger fra det indesluttede Paris til det øvrige Frankrig, som atter sendte sine Underretninger tilbage ved medbragte Brevduer; dels benyttedes de ogsaa som den eneste Udvei, hvormed man formaaede at slippe ud af den beleirede Stad. Der var her dannet en hel Luftskipperskole for at erstatte den stadige Afgang paa øvede Seilere.

En af disse Balloner, „La ville d'Orléans", med de to Franskmænd Rolier og Deschamps foretog vel den eventyrligste Fart af alle og tillige den længste hidtidige Luftreise, man kjender til, idet den som bekjendt faldt ned i Norge. Den steg op den 24de Novbr. 1870, Kl. 11,40 Min. om Aftenen. En stærk Taage hindrede snart Luftskipperen fra at se det mindste; den Brusen, de hørte, og som skyldtes Nordsøens Bølger, ansaa de for Larmen af Jernbanetog. Da Dagen brød frem, lettede Taagen, og de saa nu hele deres forfærdelige Stilling: Hav 3000 Fod under dem og til alle Sider, saa langt Øiet naaede. Ingen af de mange Skibe, de for henover, syntes at lægge Mærke til deres Signaler uden en fransk Korvet, der strax beredte sig til Hjælp. De trak nu i Ventilen, men det viste sig til deres Forfærdelse, at de, da de næsten havde naaet Havfladen, var saa langt fjernede fra Skibet, at ingen Hjælp længer var mulig. De kastede Ballast og en Brevpakke overbord, og Ballonen steg atter til en Høide af 12,000 Fod; de indhylledes ogsaa paany i Taage og besluttede nu i sin Fortvivlelse at antænde Gasen, men heldigvis var det dem umulig at faa Ild. En Stund efter daler de stærkt, støder an mod et sneklædt Fjeld og kaster sig ud af Ballonen, som atter hæver sig for siden at falde ned ved Foden af Nore-Fjeld i Hallingdal. De var selv kommen ned paa Lid-Fjeld i Telemarken og fandt heldigvis Vei til en Hytte, hvor de fik gjort op Ild. Snart kom der Folk til og førte dem videre ned til Bygden. Klokken var 2,35' Eftерm, Dagen efter at de havde forladt Paris, da de steg ud, efter saaledes paa 14 Timer og 55 Min. at have tilbagelagt en Veilængde af 145 norske Mil.

Ved Pariser-Udstillingerne saavel i 1867 som 1878 har der været benyttet en saakaldt „Ballon captif", en med et stærkt Toug fastholdt Ballon, til dermed mod en vis Betaling at foretage Opstigninger, hvorved man fik en prægtig Udsigt over Paris og Udstillingsbygningerne. Ved Hjælp af en kraftig Dampmaskine vindedes Touget ved Nedstigningen ind.

XXIX.

Sprængstoffe.

Det er ikke blot i Krigsvæsenet til Skydevaaben, Miner o. s. v. at de forskjellige Sprængstoffe spiller en saa stor og vigtig Rolle; sin følgerigeste og skjønneste Anvendelse finder Sprængstoffene i Landenes fredeligere Sysler, hvor de er blevet Menneskets trofaste Bundsforvandt mod den gjenstridige Natur, dets kraftige Medarbeidere i Civilisationens Udbredelse. Jagt saavel tillands som tilvands kræver Sprængstoffe; Bergverksdrift, Kanal- og Jernbaneanlæg, mange Havnearbeider og andre Byggeforetagender vilde, om end ikke absolut uudførlige, dog uden disse kraftige Bergbrydere kræve saa lang Tid, saa meget og kostbart Arbeide, at de i de fleste Tilfælde aldrig vilde være komne til Udførelse. Sprængstofferne er saaledes i mangfoldige forskjellige Tilfælde af den uberegneligste Nytte for Mennesket.

Der gives en hel Mængde Stoffe, som virker exploderende. Den sprængende Evne hos dem ligger i deres øieblikkelige og stærke Volumforøgelse, enten foraarsaget alene ved den pludselige Stigning af Temperaturen, som er en Følge af Forbrændelsen, eller baade af denne Grund og fordi der paa samme Tid dannes andre kemiske Forbindelser, der i sig selv har et langt større Rumfang end den oprindelige, ofte blot mekaniske Blanding. Saaledes dannes der under heftig Varmeudvikling af Krudtets tre faste Bestanddele for største Delen Gasarter, der jo i og for sig kræver langt større Rum end de faste Stoffe, og som endmere udvides af Varmen. Da nu denne Forvandling og Varmeudvikling foregaar godtsom øieblikkelig, idet den hele Krudtmasse i et Nu forbrændes, saa følger heraf en voldsom sprængende Evne.

Den Grad af Ophedning eller de Forholde forresten, som betinger, at Stofferne exploderer, er høist forskjellige. Saaledes vil ved en Blanding af Klorgas og Vandstofgas dette indtræde, blot den udsættes for Solens Straaler; ved en Forbindelse af Jod og Kvælstof, Jodkvælstof, vil Explosionen, naar Forbindelsen er tørret, foregaa ved den sagteste Berøring med en Fjær.

Det følger af sig selv, at saa let exploderende Stoffe ikke under almindelige Omstændigheder kan benyttes; de vilde jo ikke taale den mindste Transport, man vilde ikke et Øieblik være sikker paa Liv og Lemmer, naar man havde med dem at gjøre. En nødvendig Betingelse for Sprængstoffers Anvendelighed er, at man har det i sin Magt at bestemme, naar de skal explodere, og at man ellers, naar de behandles med nogenlunde Forsigtighed, ikke er udsat derfor. Videre er der ogsaa Forskjel mellem de forskjellige Sprængstoffe med Hensyn til den Hastighed, hvormed de forbrænder, og den sprængende Kraft, de herunder udvikler, og man maa herefter indrette deres Anvendelse. Krudt forbrænder vistnok næsten øieblikkelig, og dog er Tiden langsom i Forhold til f. Ex. Nitroglycerin; dette sidste exploderer saa øieblikkeligt gjennem hele sin Masse, at det ligesom ikke faar Tid til fortrinsvis at slaa ud ad den mindste Modstandslinie, og dette er det, som gjør, at Nitroglycerinen ikke kan benyttes i Skydevaaben, den vilde ufeilbarlig sprænge dem. Krudtet derimod er hertil tjenligt, da det forholdsvis forbrænder lidt efter lidt, og derfor mere kan rette sin Udvidelse mod den Kant, hvor denne møder den mindste Modstand, mod den bevægelige Kugle.

Krudtet eller krudtlignende Sprængstoffe har allerede været kjendt hos Kinesere og Indere før Kristi Fødsel, ja det paastaaes hos de sidste at have været kjendt lige siden Moses' Tid. Det fortælles, at et af Indiens Folkeslag, under Alexanders Tog did, slyngede Torden og Lynild mod hans Hær, hvorfor han ei vovede at angribe dem. Herfra var formodenlig den senere saakaldte „græske Ild", som i det 7de Aarhundrede benyttedes i Konstantinopel, kommen. Fra Midten af det 8de Aarhundrede har man Beretning om Tilberedelsen af Krudt, især til forskjellige „Ildkunster". Araberne skal i Spanien have anvendt Kanonen for første Gang i 1323. I Italien var ogsaa Skydevaaben omtrent samtidig kjendte, og herfra spredte de sig snart over hele Europa. Munken Berthold Schwartz, der er bleven anseet for Opfinderen af Krudtet, tilkommer vistnok blot Æren for at have forbedret det allerede før anvendte.

Krudtets Bestanddele er Kul, Svovl og Salpeter (salpetersurt Kali), først pulveriseret og nøie blandet med hverandre. For at faa det godt, er det nødvendigt, at Materialerne er muligst rene og Kullene godt, men ikke for stærkt brændte. Salpetret faaes vistnok temmelig rent i Handelen, men det underkastes dog gjerne ved Krudtfabrikerne fornyet Rensning, idet det opløses i Vand og atter bringes til Udkrystallisering, hvorpaa det tørres. Svovlet undersøges gjerne ved Opløsning i Terpentinolie; hvis man herved faar noget Bundfald, renser man det ved Smeltning og Afklarning.

Krudtet er en mekanisk, kornig Blanding af disse tre Stoffe,

men i noget forskjellige Forhold. I Almindelighed er der dog omtrent 75 Vægtsdele Salpeter, 12 Svovl og 13 Kul eller noget mere Kul i Forhold til Svovl, saaledes er Forholdet ved den norske Regjerings Krudtfabrik nær Kristiania 75 % Salpeter, 10 % Svovl og 15 % Kul. Naar denne Blanding ophedes til Antændning, saa vil Salpeteret, der indeholder en stor Del Surstof, hvorpaa det let giver Slip, fremskynde Forbrændingen af Kullet og Svovlet, idet det indgaar mest gasformige Forbindelser dermed. Salpeter bestaar nemlig af Metallet Kalium og Surstof, forbundet med den af Kvælstof og Surstof bestaaende Salpetersyre. Kullet og Svovlet danner hermed væsentlig Kulsyre og Kvælstof, der er Gasarter, samt i fast Form tilbageblivende Svovlkalium, svovlsurt og kulsurt Kali. Imidlertid dannes ogsaa en Del andre Forbindelser saavel gasformige som faste, dels paa Grund af, at der er nogen Fugtighed tilstede i Krudtet, dels fordi Bestanddelene ikke har været aldeles rene, dels fordi de ikke er fuldstændig sønderdelte. Istedetfor at man skulde faa omtrent 60 % Gasarter og 40 % Rester, er derfor Forholdet selv ved det bedste Krudt omtrent omvendt.

Krudtets Virkning foraarsager, som før nævnt, dels ved denne Gasdannelse, dels ved den umaadelige Temperatur, som under Forbrændingen udvikles (man har beregnet denne til over 3000 ° C.), og som altsaa i overordentlig Grad medvirker til Gasernes Udvidelse, hvorved deres Tryk eller Spænding gaar op til omkring 2500 Atmosfærer; hvis der ingen Temperaturforhøielse skede, saa vilde Udvidelsen blot være 200 a 300. Af disse Tal forstaar man, hvordan Krudtet kan afstedkomme saa voldsomme Virkninger, som Tilfældet er.

Fabrikationsmaaden. Da Kullet let tiltrækker Fugtighed, saa kan det ikke opbevares i lang Tid; man er derfor nødt til at foretage Kulbrændingen ved selve Krudtfabriken og nogenlunde efter Øieblikkets Behov. Det er af yderste Vigtighed, at man faar et godt Kul; det maa være meget porøst, for baade at kunne antændes og forbrænde med Lethed. Man vælger derfor altid hertil enten Løvtræer som Or, Pil, Hasel, Kastanje, Lind, Poppel o. s. v. eller undertiden ogsaa Hamp og Lin; videre maa Træet tages i den Tid, da det indeholder mest Safter, og følgelig dets Porer er mest spændte, altsaa om Vaaren, ligesom man heller ikke kan anvende Grene, der er over 5—6 Aar gamle.

Brændingen kan enten ske direkte i egne Ovne, eller den foregaar bedre i lukkede Jerncylindre, som udenfra ophedes, saa at Flammen selv ikke kommer til Træet. Man maa da have Aabninger i Cylinderen, hvorigjennem Destillationsprodukterne let kunne faa Udgang. I England bruger man endog to

Cylindre indeni hinanden, hvoraf den inderste indeholder det Virke, der skal forkulles; naar Brændingen er færdig, tages disse indre Cylindre ud og hensættes til Afkjøling. Bruges blot en, tømmes Kullene op i andre Kasser for at afkjøles. Man maa ikke benytte Vand hertil, da de derved siden bliver mere tilbøielige til at opsuge Fugtighed af Luften.

Man maa nøie passe Temperaturen. Kul til Jagtkrudt brændes ofte blot, til de er blevne rødbrune og ikke fuldstændig forkullede, Krudtet bliver da mere letantændeligt, men ogsaa mere tilbøieligt til at optage Fugtighed. Til Krigsbrug brændes stærkere, til Kullet er blevet aldeles sort; men man maa ogsaa her passe, at Temperaturen ikke stiger for meget, hvorved man erholder en hel Del meget fast og stærkt glindsende Kul, som kun langsomt forbrændes. Ofte sker Forkullingen ved Indledning af overhedet Vanddamp, hvorved man har Temperaturen mere i sin Magt.

De forskjellige Stoffers Knusning og Blanding skede før i samme Stampemølle og af alle Stoffe paa en Gang, eller man knuste dem først hver for sig og pulveriserede dem siden endnu finere alle tre sammen, hvorved da ogsaa Blandingen foregik. Disse Stampemøller bestaar af en hel Række Mortere, som er noget indsnevrede oventil, for at Massen lettere skal falde tilbage igjen til Bunden; i hver af disse bevæger sig op og ned et paa Enden afrundet Stempel; saavel Morterne som Stempelfoden er gjerne af Bronce.

Nu sker oftest Pulveriseringen først i egne Tromler af Egetræ, indvendig forsynede med paalangs gaaende Træribber og klædte med Læder. I nogle af disse har man gjerne Kul og Svovl, i andre Kul og Salpeter i bestemte Forholde, saa at man ved at tage en vis Mængde fra hver faar den rette Sammensætning for Kullet. Knusningen sker ved Hjælp af en hel Del Broncekugler, som ogsaa slippes ned i Tromlerne, og som under disses Omdreining ved Stød og Gnidning, foraarsaget ved Træribberne, maler Massen. Undertiden haves alle tre Stoffe sammen i én Trommel, og de bliver da ogsaa samtidig blandede eller melerede. Ellers sker Meleringen i andre lignende Tromler med Kugler af haardt Træ.

Undertiden anvendes Valsemøller i Stedet for Tromler. Disse bestaar oftest af et Plan af Marmor, hvorpaa bevæger sig to brede Hjul, som dreier sig om hver sin horizontale Axe, der igjen er fæstede til en vertikal Axe i Midten. Ved dennes Omdreining vil Hjulene baade dreie sig rundt selv og herunder ogsaa beskrive en Cirkel omkring Vertikalaxen. Hjulene er af Rujern eller Træ med en Broncebeskoning.

Derefter følger Presningen. Har man anvendt Stampemøller, saa er allerede Massen herved bleven nok fortættet. I

andet Fald maa dette ske særskilt, da Krudtmassen nemlig fra Meleringen blot erholdes som et fint Støv. Presningen sker enten derved, at man paa et bredt Seildugsbaand uden Ende lader Krudtmassen passere gjennem et Valsepar, eller i hydrauliske Presser, hvor der stables Lag for Lag, hvilende paa Kobberplader.

De herved erholdte større eller mindre Plader maa nu undergaa en Korning. Denne sker som oftest i Træcylindre, forsynede med flere Bunde, der dannes af Sigt af forskjellig Grovhed og anbragt saa, at det underste er det fineste. En hel Mængde saadanne Kar stilles i Randen af en horizontal Skive, som ved Hjælp af en Krumtap sættes i svingende Bevægelse. Paa den øverste Bund af hver Cylinder løber et lindseformigt Stykke haardt Træ, som ved Slag og Gnidning korner Massen op; ved de forskjellige Sigt bliver Kornene ogsaa for en Del skildte efter Størrelse, og Læderslanger fører fra hver Bund Kornene ned i forskjellige Kasser. Efter den saakaldte congrevske Maner sker Korningen ved Hjælp af flere efter hinanden, lavere og lavere opstillede Valsepar, besatte med Pigge, som opkarver den mellem Valserne nedfaldende Krudtmasse. Fra det første Valsepar leder et Sigt de Korn, der ikke er fine nok, hen til næste Valsepar med finere Pigge o. s. v.

Endnu en Maade, den saakaldte champyske, anvendes undertiden. Man bringer her den støvformige Krudtmasse ind i Tromler, hvis Axe er hul og forsynet med en hel Del ganske fine Huller, hvorfra der drypper Vand ind i Massen, der ved Omdreiningen lægger sig om Draaben og saaledes efterhaanden danner smaa kugleformige Korn. Det paa denne Maade fremstillede Krudt har et smukt Udseende, men det er ikke godt, og man bruger derfor nu sjelden denne Fremgangsmaade.

Efterat Krudtkornene er tørrede i egne Rum, der opvarmes ved at føre gjennem det Rør med Vanddamp, følger gjerne en Polering, der sker i Tromler uden Ribber og Kugler, Kornene polerer hverandre gjensidig ved Gnidning; det herved fremkomne Støv skaffes bort ved at ryste Krudtet i Sække.

I den senere Tid bruges til Kanoner hyppig saakaldet kubisk Krudt. For at fremstille dette, presser man den svagt fugtede, støvformige Krudtmasse ved hydrauliske Presser meget stærk, til man faar temmelig tykke Plader. Disse klippes af en egen Maskine først op i Strimler af samme Bredder som Pladens Tykkelse og saa disse igjen til Terninger. Disse tørres og poleres derpaa som før beskrevet.

Nitroglycerin og Dynamit. Nitroglycerin eller Sprængolje faaes ved at behandle den under Stearinfabrikationen erholdte Glycerin med Svovl- og Salpetersyre. Det er en klar, oljeagtig Væske, der indeholder Kulstof, Kvælstof, Vandstof og Sur-

stof, ved hvis Forbrænding opstaar frit Kvælstof, Vand og Kulsyre; det er især den store Varmeforøgelse og deraf følgende særdeles stærke Udvidelse af Gasen, som gjør Nitroglycerinen til et saa voldsomt virkende Sprængmiddel. Da det forbrænder saa særdeles hurtigt under Explosionen, kan det som før sagt ei benyttes i Skydevaaben, men anvendes, nu især som Dynamit, meget hyppigere end Krudt til Sprængningsarbeider.

Det var Svensken Nobel, som først fremstillede det i det store til teknisk Brug. En saadan i det store drevet Fabrikation er ikke saa ganske simpel, som det skulde synes; især er det Hindringen af en altfor stærk Varmeudvikling under Syrernes Indvirkning, der foraarsager baade stor Paapasseligheb og flere særegne Fremgangsmaader. Først blander man gjerne Syrerne sammen i Kar, der holdes afkjølede, ofte med kunstige Kuldeblandinger. I et særskilt Kar haves Glycerinen, og man lader nu gjennem Rør med Haner Syrerne og Glycerinen løbe ud i fine Straaler, der krydser hinanden, hvorpaa de saaledes blandede Væsker over en Termometerkugle rinder ned i et fladt Blykar, der holdes i stadig frem og tilbage svingende Bevægelse. Termometret er anbragt her, for at man altid kan holde Øie med Temperaturen og ved Hanerne regulere Mængden af de udstrømmende Væsker og saaledes ogsaa den opstaaede Varmeforøgelse. Fra dette Blykar rinder de blandede Væsker, der næsten øieblikkelig gaar over til Nitroglycerin, gjennem et Hul i Bunden over nok et Termometer, der er fæstet til det bevægelige Kar ud i en trappeformig Blyrende, hvori det paa Grund af det første Blykars Bevægelse ikke falder i en jævn Straale paa samme Punkt, men breder sig over en større Flade af Renden, der holdes stadig afkjølet med rindende Vand under Bunden. Derfra kommer Nitroglycerinen enten lige ud i et Kar med koldt Vand, der optager den tiloversblevne Syre, medens Oljen, der tilsættes noget Benzin for ikke saa let at fryse eller explodere for Stød, synker tilbunds og aftappes; eller ogsaa lader man den strømme ud i et Blykar, hvori Syren som tyngre end Oljen synker tilbunds og for største Delen aftappes, inden man tilsætter Benzinet, og Resten af Syren udvaskes. Endnu kan der dog indeholdes smaa Mængder Syre, som ofte skaffes bort ved Vaskning i Sodalud. Resten af Vaskevandet bortdunstes ved en ganske svag Opheding.

Da Nitroglycerinen som en Vædske let kan spildes under Transport eller ved Uforsigtighed og da den let exploderer for Stød, saa fandt Nobel, for at hindre de Ulykkestilfælde, som saaledes hyppig kunde indtræde, paa at fordele Oljen ved dermed at gjennemtrænge et porøst, fast Stof, som kunde opsuge en større Mængde heraf. Hertil fandt han Infusoriejord eller Kiselgur tjenligst; det kan nemlig opsuge ligetil tre Gange sin

egen Vægt Olje. Dette er den saakaldte Dynamit, den Form, hvorunder Nitroglycerinen nu mest bruges. Man havde herved altsaa faaet et fast Stof istedetfor en Væske, hvad der jo gjorde Faren for Spildning meget mindre, ligesom Dynamiten i og for sig ogsaa er mindre farlig at omgaaes med. Den forsendes fra Fabrikerne i Form af smaa, cylinderformige Patroner med et tyndt Papiromslag.

Da Nitroglycerinen og Dynamiten ikke altid som Krudt exploderer ved simpel Antændning ved Hjælp af Lunte, saa fandt Nobel 1864 paa at anbringe nedi Oljen i Borhullet et lidet med Krudt fyldt Hylster, som antændtes paa vanlig Vis med Lunte, og hvis Explosion atter bragte Oljen til at explodere. Først siden den Tid var det, at Nitroglycerinen begyndte at faa nogen videre Udbredelse. Ved Dynamiten anvendes nu smaa Kobberhylser forsynede med noget Knaldkviksølv paa Bunden, som de almindelige Knaldhætter for Geværer, og hvori Lunten stikkes ind. Med en Træpinde bores et lidet Hul i Dynamitpatronens øvre Ende, og heri nedstikkes saa Knalhætten med sin Lunte, hvorpaa der anbringes en Forladning af løst, ikke faststampet Sand eller lignende. Da disse Knaldhætter indeholder en ikke ringe Mængde særdeles let exploderende Tændsats, er de meget farlige og har foraarsaget flere Ulykker ved uforsigtig Behandling.

Som nævnt opnaar man, selv naar Dynamiten er anbragt i et indespærret Rum, som i et Borhul, ikke altid ved en simpel Antændning nogen Explosion. Endnu mindre er dette Tilfælde, naar den befinder sig i det fri, den vil da kun i Undtagelsestilfælde explodere, vanligvis brænder den forholdsvis langsomt af uden noget Stød; men da ogsaa det modsatte undertiden er Tilfældet, maa man som ved Krudt være yderst forsigtig med at komme for nær Ilden med den. Videre maa man ogsaa under Behandlingen stadig erindre, at Nitroglycerinen er en stærk Gift.

Der er i den sidste Tid fremkommet en hel Del Sprængstoffe, der er aldeles det samme som Dynamit, forsaavidt som de hovedsagelig bestaar af Nitroglycerin; det er kun det Stof, hvori denne indsuges, som er forskjelligt. Man har saaledes Sebastin, der istedetfor Infusoriejord anvender Kul, Salpeter og klorsurt Kali, Kolonikrudt, der er en Blanding af Nitroglycerin og almindeligt Krudt o. s. v. De har imidlertid ikke vist noget Fortrin fremfor Dynamit.

Andre Sprængstoffe af forskjellig Art har ogsaa med mere eller mindre Held været forsøgte, dels blot til Mineringsarbeide, dels ogsaa til Skydevaaben. Det vigtigste heraf er Bomuldskrudt, som faaes ved i nogen Tid at lade stærkt koncentreret Svovl- og Salpetersyre indvirke paa Bomuld. Det

blev samtidig opfundet af Tyskerne Schønbein og Böttger i 1846. Bomulden, der gjerne kan være alskens Affald fra Bomuldsfabrikerne, maa først omhyggelig renses og tørkes, inden Syrerne sættes til. Efter at man første Gang har neddyppet Bomulden heri, lægges den i 48 Timer ned i en ny Syreblanding, hvorpaa det dannede Bomuldskrudt omhyggeligt og i smaa Partier skylles gjentagne Gange i Vand for at befries for overflødig Syre og under Omsorg for, at Massen ikke ophedes. Massen tørkes mellem hver Gang og kommer tilsidst i en Hollænder som ved Papirfabrikationen for at blive aldeles fint og jævnt fordelt. Sluttelig bliver den presset.

Bomuldskrudt har i Østerrige og England været forsøgt til Kanoner og Haandskydevaaben istedetfor almindeligt Krudt og med ikke ringe Held. Det er i den endnu noget vandholdige Tilstand, hvori det efter Presningen er, lidet farligt at haandtere. Man laver derfor Patronerne for Skydevaaben paa den Maade, at man af Bomuldskrudtet spinder Traade, som fastbindes til Projektilet om en Kjerne enten af Traad eller Træ og omgives med et Hylster af Papir. Til Kanoner spindes Traadene meget stærkt, til Geværer derimod løst, paa samme Maade, som man i første Tilfælde anvender almindeligt Krudt af grovt, i sidste af fint Korn. Bomuldskrudtet overgaar i sine Virkninger langt almindeligt Krudt, men overtræffes igjen af Nitroglycerinen.

Den i Uld- og Silkefarverier som gult Farvestof benyttede Pikrinsyre, der vindes som et Biprodukt ved Gasverkerne, danner i Forbindelse med en hel Del basiske Stoffe heftig eksploderende Salte. Det saakaldte Pikrinkrudt bestaar af pikrinsurt Ammoniak blandet med Salpeter og staar endog over Bomuldskrudt i sin Virkning. Et andet bestaar af en Blanding af pikrinsurt Kali og klorsurt Kali; hertil kan atter sættes Kul og Salpeter o. s. v. Ammoniakkrudt bestaar af salpetersurt Ammoniak blandet med Krudt eller med Nitroglycerin og Kul. Ligeledes haves en hel Del forskjellige Blandinger med klorsurt Kali. Ingen af alle disse forsøgte eller foreslaade Sprængstoffe har dog endnu formaaet at faa nogen egentlig Anvendelse.

Knaldsatser. Tilslut skal med nogle Ord omtales de Sammensætninger, man anvender til at frembringe Eksplosionen af Sprængstofferne, eller altsaa de saakaldte Tænd- eller Knaldsatser. Ved Minering gjælder det jo altid at sørge for, at der hengaar en vis kortere eller længere Tid, inden Skuddet gaar af, for at man kan faa Tid til at fjerne sig, og man bruger derfor her altid Lunter, ved Krudt disse alene, ved de fleste andre Sprængstoffe i Forbindelse med en Knaldsats, der

exploderer ved Ilden fra Lunten, og som derved atter frembringer Ladningens Explosion.

Ved Skydevaaben derimod har man netop for Øie at frembringe Ladningens øiblikkelige Antændelse, og i dette Tilfælde bruges derfor nu altid en Knaldsats, der enten ved Friktion, Stød, Slag eller Gjennemboring bringes til Explosion. Det gjælder altsaa her at anbringe i umiddelbar Forbindelse med Ladningens Sprængstof en Tændsats, som yderst let exploderer og derved udvikler Varme nok til Ladningens Antændelse.

Denne Tændsats bestaar som oftest af Knaldkvikfølv blandet med forskjellige andre Stoffe som klorsurt Kali, Glaspulver, Antimon, Gummiopløsning etc. Det første Stof er et Salt, som faaes ved Opløsning af Kvikfølv i Salpetersyre, hvortil lidt efter lidt sættes Vinaand; ved Afkjøling udskiller sig heraf smaa hvide Krystalkorn af saakaldet knaldsurt Kvikfølvoxyd eller Knaldkvikfølv, der exploderer voldsomt for det mindste Stød eller Rivning. Istedetfor denne Sats anvendes ogsaa en Blanding af klorsurt Kali, Svovl og Svovlantimon, eller klorsurt Kali, Kul og Svovl. Det er disse Stoffers store Indhold af Surstof og Tilbøielighed til at danne andre kemiske Forbindelser med de i den mekaniske Blanding indgaaende Stoffe, som gjør dem saa let antændelige, og den store Hede med deraf følgende voldsomme Gasudvidelse, der foraarsager den heftige Explosion.

For de ældre Geværer anbringes Tændsatsen i Bunden af egne smaa ved Presning dannede, tynde Kobberhatte, de saakaldte Knaldhætter, hvori siden en ganske tynd Kobberplade presses ned over Satsen i Bunden eller denne dækkes af en liden Draabe Schellak. Ved Geværhanens Slag mod en saadan Knaldhætte exploderer denne, og den derved opstaaede Ild forplanter sig gjennem den hule med Krudt fyldte lille Amholt, hvorom Hætten er anbragt, ned til Geværladningen. Paa den senere Tids Skydevaaben anbringes Tændsatsen i selve Patronens bagerste Ende og antændes ved Stødet af en liden Stift.

XXX.

Skydevaaben og Torpedoer.

I faa, kanske i ingen Retning har i den senere Tid saameget møisommeligt Studium, saamangen genial Tanke været nedlagt som i Konstruktionen af Krigsmaskiner og deres Tilbehør. Der har været en uafbrudt Væddekamp mellem Skydevaabnene og Beskyttelsen mod den ødelæggende Virkning, mellem Krigsskibenes Pantser og Konstruktion og Kanonernes Skudvidde og Kraft. Nu synes det, som om man i praktisk Henseende har naaet Grændsen saavel i den ene som anden Retning, saavel for Pantserets Tykkelse som Kanonernes Størrelse.

Den samme ivrige Kamp har der ogsaa været og er der fremdeles mellem Haandskydevaabnene indbyrdes. Neppe er der fremstaaet en Konstruktion, der i Skydehastighed, Skudvidde og Træffesikkerhed har overgaaet alle hidtilværende, førend et nyt Gevær dukker op, som atter er det forrige overlegent. Mundladningsgeværet er overalt afløst af Bagladning, snart er vel ogsaa det enkeltladende Bagladningsgevær forældet og afløst af Repetitions- eller Magasingeværer. Samtidig udvikler Torpedovæsenet sig i en ganske anden Retning end før. Medens man alt længe har benyttet stilleliggende Undervandsminer, der enten ved Berøring eller gjennem en elektrisk Ledning fra Land eksploderede, saa har man nu Angrebstorpedoer, som, enten førte af egne hurtigseilende Baade eller paa egen Haand farende ind i en forud bestemt Retning, lumskelig under Vandet styrter løs paa sin Fiende og ved sin Eksplosion i et Øieblik kan sænke det stolteste Pantserskib.

Det kan vel synes sørgeligt, at alle disse geniale Tanker, alt dette utrættelige Arbeide skal ofres paa et saadant Formaal; at det i andre Retninger maatte kunne blevet ganske anderledes velsignelsesrigt; at denne stadige Væddekamp, denne uafladelige, rastløse Fremadskriden, der gjør, at hvad der et Aar var tidsmæssigt, det næste Aar er forældet og maa kasseres, at dette kræver altfor uforholdsmæssig store Summer, bringer Landene alt for store pekuniære Tab. Men det har da ogsaa sine store

Goder, sin rige Velsignelse dette Strøv. Saalænge Verden staar, vil ogsaa Ufreden der trives, Erobringslyst og Undertrykkelse avle Krig. Men det er da et Gode, som vanskelig kan vurderes høit nok, at de foregaaende Aarhundreders syvaarige og trediveaarige Krige nu med de forbedrede Vaaben ikke længer bliver nogen Mulighed; disse Krige, der herjede Landene værre end nogen Farsot, gjorde de frugtbareste Egne til Ørkener for lange Tider, og som især blev saa gruopvækkende ved sin demoraliserende Indflydelse paa Folkene, som avlede uslukkeligt Nationalhad, Ulyst til alt nyttigt Arbeide, Raahed og Vildhed i Sæder.

Stoffet er for dette Afsnits Vedkommende saa uhyre rigt, at der her blot kan blive Tale om at give et ganske løseligt Overblik over Udviklingen, medens kun ganske enkelte særlige Konstruktioner noget nøiere vil kunne beskrives. Først vil vi betragte Kanoner, saa Haandskydevaaben og sluttelig tilføie nogle Ord om Torpedoer.

1. Kanoner.

Som i Afsnittet om Sprængstoffe nævnt, benyttede man allerede tidlig Krudt og krudtlignende Stoffe, dels til forskjellige Ildkunster, dels ogsaa i Krigen. Først i det 14de Aarhundredes Begyndelse høres der imidlertid i Europa om Kanoner, der ved Hjælp af Krudt udslyngede runde Stene. Efter kinesiske Skrifter skal man derimod i Kina allerede 618 f. Kr. have kjendt Brugen af Kanoner, ligesom den 200 Aar f. Kr. fuldførte kinesiske Mur skal have været indrettet til Forsvar med saadanne. I Europa havde der visknok ogsaa før det 14de Aarhundrede været gjort enkelte Forsøg i denne Retning, men Kanonernes høist ufuldkomne Konstruktion og Krudtets daarlige Beskaffenhed gjorde, at Virkningen neppe overgik de siden de ældste Tider benyttede større Kastemaskiner, og at de derfor i Begyndelsen kun blev lidet paaagtede.

Hvordan de allerførste Kanoner forfærdigedes, vides ikke, men allerede tidligt omtales engelske Bombarder, smedede af Jernstykker, hvorom i glødende Tilstand var drevet Smedejernsringe, ligesom der i Tyskland og Frankrige allerede i 1370 var støbt Bombarder af Bronce, som udskjød 33 Punds Stenvægt. Ganske enkeltvis, men sikkert uden nogen Betydning, forekom Kanoner af Træ, forstærkede med Smedejernsringe, ligesom Gustav Adolf senere for at give Feltartilleriet større Bevægelighed, brugte Kanoner, forfærdigede af Læder med Jernstave, sammenholdte med Smedejernsringe og indvendig forsynede med et tyndt Jernrør. Navnet Bombarder, under hvilken Benævnelse Kanonerne i lange Tider gik, udledes af bombus og ardere, og har

maaske betegnet hule Kugler af Træ eller Metal, fyldte med brændbare Stoffe.

Broncen har altsaa meget tidlig været benyttet som Kanonmateriale. Da denne formaar til Fuldkommenhed at gjengive Formens mindste Uregelmæssigheder, ledede dette til, at man forsirede Broncekanonerne paa de forskjelligste Maader. Mange var saaledes rene Kunstverker med en Utallighed af symbolske Figurer, Ornamenter, Tankesprog, Navne o. s. v. Kanonens Modstandsevne svækkes imidlertid betydelig ved deslige Uregelmæssigheder, og da man senere begyndte som Kanonmaterial at anvende Støbejern, der har langt mindre Fasthed end Broncen og heller ikke er saa skikket for en Detailstøbning som denne, saa faldt saadanne Forsiringer væk, og man gjør nu altid Yderfladen glat.

For at give Støbejernskanonerne større Modstandskraft fandt man paa at forstærke den mest udsatte Del af dem, nemlig Stykket fra Tappen til Bunden, ved at omgive dette med stærke Smedejernsringe, eller ogsaa efter Pallisers Forslag ved at indsætte Staalkjerner i den videre udborede Støbejernskanon.

Det allerbedste Materiale er imidlertid Støbestaalet, da det baade er haardt, eier en ganske anderledes Modstandskraft mod Sprængning og er mere egalt end baade Bronce og end mere Støbejern. Nu fremstilles der især i Krupps verdensbekjendte mekaniske Verksteder i Essen i Rhinpreussen Støbestaalskanoner af aldeles forbausende Dimensioner.

De første Kanoner var yderst plumpe og lignede nærmest de senere saakaldte Morterer. Efterhaanden udvikledes dog heraf en hel Mængde mere og mindre karakteristiske Typer. I Italien klassificeredes de saaledes omtrent som i Frankrig i Bombarder, der var 15′—20′ lange og udskjød Stenkugler til en Vægt af omtrent 300 ℔, Mortere, 5′—6′ lange, Kuglevægt 200—300 ℔, Commune, 10′ lange, Kuglevægt 50 ℔, Cortana (Kartauner eller Kartover) 12′ lange, Kuglevægt 70—100 ℔, Passevolante (nærmest svarende til de tyske saakaldte Slanger), 18′ lange med Kugler af Bly og Jern, 16 ℔ tunge, o. s. v. De saakaldte Wallbøssер var i Grunden blot et stort Gevær, som hvilede paa en Lavet med Hjul og kun var bestemt til Fæstningsbrug. Det franske Navn Kanon blev først senere almindeligt for Skyds, der nærmest svarer til Kartaunerne, medens man med Haubitser betegner en Mellemting mellem Morterer og Kanoner.

Disse Hovedtyper var atter ofte af forskjellige Dimensioner, man havde saaledes bl. a. hele, halve og fjerdedels Kartauner o. s. v., og man ser saaledes, at hvert enkelt Lands Skyds fik en Mængde indbyrdes yderst forskjellige Kalibre (Løbets indre Diameter), hvad der voldte stort Besvær, da man jo maatte

have ligesaa mange Kugleſtørrelſer med tilſvarende Krudtmængder. Der ſkede derfor heri efterhaanden Indſkrænkninger, ſaa at hvert Land fik 3 a 4 forſkjellige Kalibre for Feltſkydſet og et lignende lidet Antal for Fæſtnings- og Beleiringsſkydſet (Poſitionsſkyds.)

For at forøge Virkningen begyndte man tidlig at gjøre iſær Poſitions- men, ogſaa Feltſkydſet af meget ſtore Dimenſioner; ſaaledes havdes allerede 1362 Bombarder af 2000 ℔ Vægt; 1380 havde Venetianerne Bombarder, ſom udſkjød 140 og 195 ℔ Stenvægt, 1382 havde Genterne en af 50 Fods Længde og 1452 en, der var 16 Fod lang, veiede 33,600 ℔ med en Projektilvægt af 600 ℔ og Krudtmængde af 140 ℔. Men da Kanonernes Underbygning eller Lavetter paa den Tid var høiſt ufuldkomne, ſaa blev Sigtningen med ſaa grovt Skyds og ligeſaa Transporten af det ſtore Feltartilleri ſaa beſværlig, at man efterhaanden indſaa, at der maatte gjøres Indſkrænkninger i denne Henſeende.

Kanonerne ladedes dels fra Mundingen, dels ogſaa allerede tidlig bagfra. Diſſe ſidſte havde 2—3 løſe Kammere. Kanonen og Kammeret laa i en udhulet Træſtok og fæſtedes ved Jernbaand; Kammeret preſſedes ved en Kile til Kanonløbet; de gik dog ſnart af Brug.

Fra Midten af det 15de Aarhundrede begyndte man at anvende Jernkugler. Man nødtes herved til at øge Krudtladningen og at arbeide Kanonerne med mere Omhu. I 1465 havde man i Italien forhøiet Krudtmængden fra 1/9 til 1/5 af Kuglens Vægt. Kanonerne var glatborede og Kuglen enten maſſiv eller hul og fyldt med Sprængſtoffe, Smaakugler, Jernſtykker o. lign. Karl VIII i Frankrig anvendte første Gang i 1483 Broncekanoner med Tapper, hvorved de lettere kunde eleveres.

Nutidens Kanoner. Da man i Midten af dette Aarhundrede havde indført riflet Løb for Geværerne, og Artilleriet herved truedes med at miſte ſin forrige Overlegenhed overfor Infanteriet, begyndte man for Alvor at gjenoptage de allerede for Aarhundreder ſiden gjorte, men da væſentligſt paa Grund af det daarlige Kanonmaterial mislykkede Forſøg paa at forſyne ogſaa det grove Skyds's Løb med Rifler. I 1859 anvendte Napoleon III for første Gang riflede Kanoner i Krigen og viſte her paa det meſt glimrende ſit Artilleries Overlegenhed over det gamle.

Hvad der giver de riflede Vaaben et ſaa ſtort Fortrin fremfor de glatborede, er dels Projektilets Form og dels den Projektilet ved Riflerne meddelte Rotation. Projektilet er nu en fortil kegleformig tilſpidſet Cylinder, hvis Vægt altſaa bliver betydelig ſtørre end en Kugles af ſamme Diameter. For ſamme Vægt maa altſaa denne Form yde langt mindre Modſtand mod

Luften end Kuglen, og man opnaar altsaa for samme Projektilvægt en langt større Skudvidde. Den roterende Bevægelse er nødvendig, for at Projektilet skal kunne bibeholde sin Stilling under hele Banen. Man kan altsaa for samme Skudvidde og Kuglevægt i en ganske betydelig Grad formindske Kalibret og Krudtmassen og derhos Kanonens Størrelse, hvorved atter Manøvredygtigheden og Skydehastigheden stiger. Ved den i de senere Aar ogsaa almindelig anvendte Bagladning og de forbausende Fremskridt i Lavetkonstruktionerne er disse sidste Faktorer tilligemed Træffesikkerheden bragt yderligere op, og Artilleriet viste sig ogsaa i den sidste fransk-tyske Krig at have mere end gjenvundet sin forrige overlegne Stilling ligeover for Infanteriet.

Som Kanonmateriale anvendes enten en Art Bronce (Kanonmetal, 90 pCt. Kobber, 10 pCt. Tin), Støbejern eller Støbestaal; i England bruger man indvendig en Staalcylinder, som atter omgives med Smedejernsbeklædninger, en Fremgangsmaade, hvorved iøvrigt Kanonens Godhed lider.

Ved alle de tre første Materialer bliver Kanonen støbt enten massiv, saa at hele det indre Rum siden maa udbores, eller ogsaa over en indre Kjerne, saa at man siden blot behøver at bore den efter for at faa Løbets indre jevnstort. Det gjælder under Formningen og Støbningen i særlig Grad at indrette sig saa, at Afkjølingen bliver saa jevn som muligt overalt, hvorved Massen bliver mindst mulig uligeartet. Naar Kanonen er støbt, følger de vanskelige og sene Arbeider med Udboring, Afdreining, Rifling og Afspudsning, der alle kræver baade store, kraftige og sindrigt indrettede Maskiner.

De engelske saakaldte Armstrong-Kanoner og de senere deraf udviklede Fraser-Kanoner dannes, som før nævnt, paa en ganske eiendommelig Maade. Om en indre støbt, smidet og boret Staalcylinder trædes glødende Smedejernscylindre, den ene udenpaa den anden, saaledes, at det største Antal findes udenpaa hverandre paa det for Sprængning mest udsatte, bageste Parti af Kanonen. Ved selve Staalcylinderens Bund er der indskruet en solid Jernskrue. Disse Cylindre eller „coils“, som de kaldes, dannes af Smedejernsstænger, der ved en kraftig Maskine oprulles i en tæt Spiral, hvori alle Berøringsflader sveitses fast sammen; den saaledes dannede Cylinder udsættes derpaa fra Enderne af for kraftige Slag af en Damphammer. Sluttelig afdreies de til den rette Vidde baade ind- og udvendig.

Armstrong anvendte en stor Mængde saadanne coils; men derved blev Kanonen meget kostbar og Arbeidet langsomt. Fraser indskrænkede derfor i 1867 deres Tal betydeligt, saa at

Kanonen, som det af Gjennemsnittet i Fig. 204 sees, foruden det indre Staalrør blot bestaar af et B-Rør og et Bundstykke (breech coil) foruden Bundskruen. Englands Kanoner udføres nu alle paa denne Maade, og der smedes eller „opbygges", som

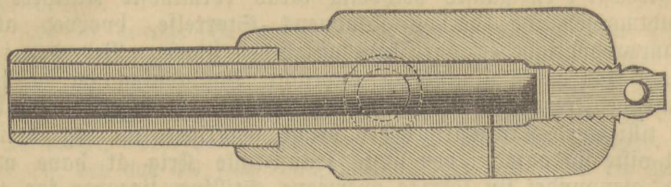

Fig 204. Gjennemsnit af en 9-toms Fraser-Kanon.

de kalder det, tildels umaadelig stort saadant Skyds, som den i Fig 205 afbildede 35-Tons (over 35,000 Kil. eller 700 Centner) vægtige Fraser-Kanon, der skyder Projektiler paa 317 Kil. med en Krudtladning af ca. 55 Kil.

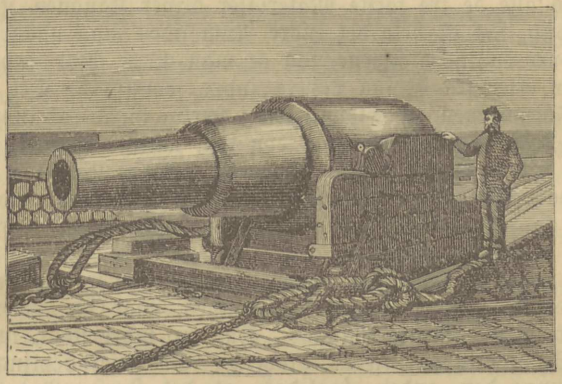

Fig. 205. 35-Tons Fraser-Kanon.

Og dog er denne Kanon liden mod enkelte af de Støbestaalskanoner, der er udgaaede fra Krupps berømte Værksteder. Paa Pariserudstillingen i 1867 var der udstillet en saadan, hvis Spidskugles Vægt var 552 Kil., Ladningen omtr. 55 Kil. Selve Kanonens Vægt var henved 50000 Kil. (1000 Centn.), dens Kaliber omtr. 12 Tommer med 40 Rifler. Den hvilede paa en Lavet ogsaa af Støbestaal og af omtr. 15,000 Kil. (300 Centn.) Vægt, og dog var dens Indretning saa hensigtsmæssig, at to Mand hurtig og uden Vanskelighed kunde indstille Kanonen.

Til paa en Gang at faa saa uhyre Masser Støbestaal, som tiltrænges til slige Kjæmpekanoner, flydende, maa man gjøre særegne Foranstaltninger. Det kan ikke smeltes i én Ovn; men

man anvender flere mindre Ovne, hver med 2—4 Grafitdigler. Naar Staalet har den tilbørlige Flydenhedsgrad, heldes Indholdet fra alle Digler i et stort, heftigt glødende, ildfast Kar, fra hvis traktformige Bund det ledes til Formen. Det vilde dog, selv om det ikke var saa vanskeligt at faa de uhyre Masser Støbestaal samtidig smeltede, ikke være hensigtsmæssigt at støbe hele Kanonen i ét, da Afkjølingen vilde blive altfor forskjellig nær Overfladen mod i det indre og derfor Massen uegal, følgelig ogsaa Spændingen i Kanonvæggen forskjellig. Man støber derfor det egentlige Løb for sig og driver udenom dette flere Staalcylindre i glødende Tilstand, som ved de engelske Smedejerns-coils. De sveitses dog ikke som disse, men smides ud af store Støbestaalsblokke under umaadelige Damphammere (Krups største veier 1000 Centner). De lette Feltkanoner derimod støbes i ét Stykke.

Riflerne, hvis Antal mindst er 3, løber for nær Kanonens Bund paralelle udigjennem Løbet i en Spirallinie. Denne Linies Stigning o: den Længde, hvorpaa den har dreiet sig én Gang om, er forskjellig og altsaa ogsaa den Hastighed, hvormed Projektilet under forresten lige Omstændigheder roterer. Seet bagenfra dreier Riflerne sig oventil fra venstre mod høire paa ganske faa Undtagelser nær i alle Landes Kanoner. Projektilet vil paa Grund af sin Form og den ved Riflerne meddelte Rotation faa en Afvigning til Siden (Derivation), der tiltager med Afstanden og vil ske tilhøire for de med høirevredne Rifler forsynede Kanoner, tilvenstre for de andre. Til denne Derivation maa der naturligvis tages Hensyn ved Kanonens Indstilling

Riflernes Antal og Form er forskjellig for de forskjellige Lande og beror foruden paa Kanonmaterialet hovedsagelig paa, om man bruger Mund- eller Bagladningskanoner. I første Tilfælde er der færre end i sidste, dog aldrig under 3. Hvis man anvender Mundladning, foregaar nemlig Projektilets Styring ved Hjælp af Knaster af et eller andet Metal, der fæstes i en bestemt, til Riflerne svarende Orden paa den cylindriske Del af Spidskuglen, og det bliver da af Vigtighed at have saa faa Rifler som mulig, baade for at Løbet ikke skal slides formeget og for det Spillerums Skyld, som paa denne Maade aldrig ganske kan undgaaes, og som forøges med Riflernes Antal.

Hvis man derimod anvender Bagladning, saa omgiver man Jernkuglen med en Blymantel eller Kobberringe, der har en ganske lidt større Omkreds end den riflede Del af Løbet og som ved Krudtets Explosion drives ind i Riflerne. Det bløde Metal kan ei skade disse, og der bliver ikke noget Spillerum, hvorfor Riflerne her er forholdsvis talrige og skarpkantede. Herved bliver Styringen bedre og følgelig Træffesikkerheden større end

ved Mundladningen. Bruges Knastestyring, gjøres Knasterne gjerne af Zink og sættes saaledes, at der svarer 2 og 2 til hver Rifle.

Kalibret varierer for Feltskydsets Vedkommende fra 7 til 9 Centimeter omtr., for Beleirings- og Fæstningsskydset fra 7 til over 30 Ctm. Spidskuglens Vægt gaar for de første fra ca. 4 Kil. til 11 Kil. og for de sidste til over 450 Kil., ja for den før nævnte Krupps Kjæmpekanon lige til vel 550 Kil.

Kanonerne benævnedes før mest efter Kuglens Vægt; man talte og taler fremdeles saaledes om 12-pundige, 24-pundige o. s. v. Kanoner. Undertiden benævnes de ogsaa efter selve Kanonens Vægt; men det almindeligste er dog nu at benævne dem efter deres Kaliber; man kalder dem altsaa nu 9 Ctm., 20 Ctm. o. s. v. Kanoner. Ved Forsøg og Beregning er Forholdet mellem Kanonens Kaliber og dens Længde nogenlunde fast bestemt; Længden er nu 16 til 18 Kalibre.

Bagladningen. Bagladningens Fordel fremfor Mundladningen, bedre Styring, intet Spillerum om Projektilet og mindre Slitage paa Riflerne, er allerede før omtalt; hertil kom-

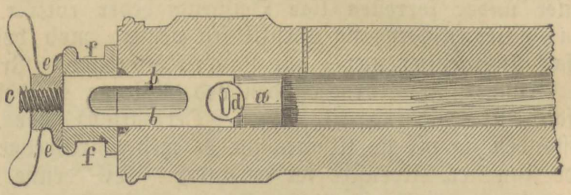

Fig. 206. Kolbemekanisme.

mer, at Betjeningen bliver mindre udsat, da den kan holde sig dækket af Forskandsninger og selve Kanonen. Til Gjengjæld har den den uundgaaelige Mangel, at en fuldstændig Afspærring for Gasarterne ved den løse Bund vanskelig til Fuldkommenhed kan ske, i al Fald efter længere Brug af Kanonen, og der maa altid særegne Tætningsforanstaltninger til.

Slutningen eller Afspærringen sker efter forskjellige Systemer. Omtrent i Midten af dette Aarhundrede opfandt Svensken Wahrendorff den første heldige Slutindretning for Bagladningskanoner, nemlig den saakaldte Kolbemekanisme, der siden med nogle Smaaforandringer blev optagen i Tydskland. Stødbunden bestaar (se Fig. 206) af en massiv og stærk Staalcylinder a, der har samme Gjennemsnit som Løbet og som bagtil fortsætter i 2 Arme b. I en horizontal, cylindrisk Gjennemboring, der baade gaar gjennem Kanonens Væg og Slutstykket lige bag Stødbunden, passer Spærrekolben d, der ogsaa er af Støbestaal, forsynet med Haandtag til Uddragningen og med en kort Kjæde fæstet til Kanonen. Armene b forener sig

bagtil udenfor Kanonen og ender i en central Skrue c med Møtrikken e. Denne hviler ikke an mod selve Kanonen, men mod Bunden af en Broncekapsel f, hvis indre Omkreds er ganske lidt større end Løbet, og som med et Gangjern er forbundet med Kanonen.

Naar Ladning skal ske, løsnes lidt paa e, saa at Kolben d bliver løs, denne trækkes nu ud, Slutstykket drages bagover, hvorunder Armen b passerer gjennem et Snit i Bunden af Kapslen, indtil Støbbunden a helt befinder sig inde i Kapslen, som nu svinges tilside paa sine Hængsler og lader Løbet aabent. Naar Projektil med Ladning er indført, svinges Kapslen atter tilbage, Støbbunden føres frem igjen i Løbet, Spærkolben stikkes ind, og derpaa drages Støbbunden ved Hjælp af Møtrikken e ganske tæt til Spærret.

I Tydskland anvendes ved Siden af denne Bagladningsindretning ogsaa den Kreinerske Dobbeltkilemekanisme,

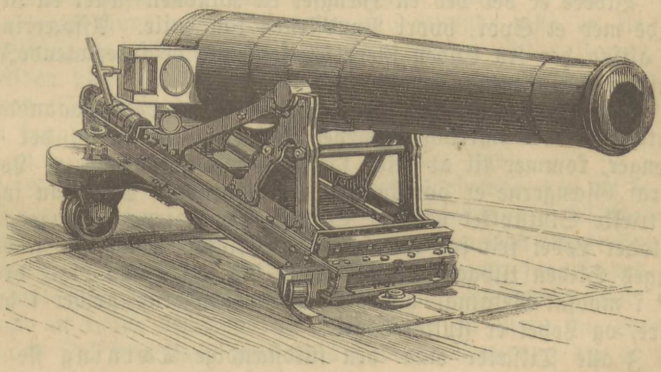

Fig. 207. Preussisk Bagladningskanon med Kilemekanisme.

hvor Spærreindretningen tillige selv tjener som Støbbund. Den bestaar egentlig af 2 Kiler, der med sine skraa Flader ligger an mod hinanden og tilsammen danner et prismatisk Stykke, som kan føres ind i en dertil svarende Tvergjennemboring i Kanonens bagre Del, aldeles som ved Kolben i foregaaende Tilfælde.

Den ene af Kilerne er paa sin bredeste Ende forsynet med en Skrue, hvorved den kan forskyves lidt til den ene eller anden Side i Forhold til den anden Kile. Herved bliver det muligt, naar Spærret skal trækkes tilside for Ladningen, at gjøre Kilernes samlede Gjennemsnit mindre, saa at Uddragningen lettes, og efter Ladningen og Tilbageføringen af Kilerne at forøge deres samlede Gjennemsnit, hvorved de altsaa presses fast ind til Hullets Sider.

Kilen trækker ikke helt ud, men er nær den Skruen modsatte Ende gjennemboret med et Hul saa vidt som Kanonløbet, og hvorigjennem da Ladningen føres. I Fig. 207 er fremstillet en preussisk 32-pundig Bagladningskanon af Krupps Fabrik med Kilemekanismen uddragen og færdig til Ladning.

Dette System er senere modificeret til den saakaldte Kruppske Rundkilemekanisme, hvor saavel Hullet som Kilen bagtil er afrundet efter en Cylinderflade.

Den franske Marine bruger en egen Slags Skrueindretning, der ogsaa med enkelte Forandringer er antagen i Sverige. Stødbunden er her forsynet med Skruegjænger, hvoraf 3 Sektorer er bortskaarne, medens der mellem hver af disse kommer et ligestort Stykke med Skruegjænger. I den bagerste Ende af Løbet er dette forsynet med dertil svarende Gjænger, hvoraf paa samme Maade 3 Sektorer er bortskaarne. Udvendig er der til Skruen fæstet et Haandtag, hvorved den kan dreies om. Videre er der ved en Hængsel til Kanonen fæstet en Bronceslide med et Spor, hvori Bundskruen kan hvile. Afspærringen sker altsaa her fra Enden istedetfor som ved de foregaaende Indretninger fra Siden.

Naar Kanonen skal lades, dreier man ved Haandtaget Slutstykket 60° omkring, hvorved de Dele af dette, der har Gjænger, kommer til at falde sammen med de Dele af Løbet, hvoraf Gjængerne er bortskaarne, og omvendt. Man kan følgelig trække Slutstykket ud paa Sliden, som derpaa svinges om og lader Løbet frit for Ladningen. Efterat denne er indført, svinges Sliden tilbage, Skruen føres ind, og Haandtaget dreies 60° i modsat Retning, hvorved Skruegjængerne griber i hverandre, og Løbet er sluttet bagtil.

I alle Tilfælde maa den fuldstændige Tætning ske ved en særlig Indretning. Den almindeligste Maade at frembringe denne paa er ved Bronce- eller Staalringe, der er opskaarne paa et Sted og altsaa indrettede som før ved Dampmaskinens Stempel beskrevet. De anbringes umiddelbart foran Stødbunden og presses ved Krudtdampenes Tryk stærkt ud mod Kanonløbets Væg. Undertiden bruges i Stedet herfor en Skive af stærkt og tykt Pap med ombøiet Rand, der føres ind efter Krudtladningen eller er fæstet til selve Patronens Bund. Ved Krudtets Spænding presses paa samme Maade som ved Metalringene Skivens ombøiede Kanter stærkt ud mod Kanonens Løb.

Sprængprojektiler. De gamle Mortere og Haubitser anvendte hule Kugler, fyldte med en Sprængsats, som efter en Tids Forløb exploderede og derved bragte Kuglens Vægge til at springe i Smaastykker, der spredtes til alle Kanter. Mortrenes Projektiler benævnes fortrinsvis Bomber, Haubitsernes, der blot er mindre, Granater. Det første Slags Skyds anbringes

altid i en større Vinkel (25°—45°) mod Horizonten, og Bomben beskriver derfor altid en høi Bue. Haubitsen anvendtes ogsaa dels paa denne Maade, dels som en almindelig Kanon og kastede altsaa da Granaten ud i mere horizontal Retning.

En Eiendommelighed ved disse Slags Skyds er, at den Del af Løbet, hvori Ladningen for den væsentligste Del kommer til at ligge, er trangere end det øvrige Løb, hvorved man lettere sættes i Stand til at formindske Ladningens Størrelse, hvad der er af Vigtighed, naar Projektilet ved en saadan stærk bueformig Bane skal falde ned paa rette Sted, selv naar Afstanden bliver kort.

For at bevirke Antændelsen af Sprængstoffet var der i den Aabning, hvormed Bomben eller Granaten var forsynet, og hvorigjennem den fyldtes, stukket et hult Trærør, fyldt med haardt pakket Melkrudt, der ved Skuddets Afløsning antændtes af Ladningens Ild.

Virkningen var, naar blot Kuglen sprang i rette Øieblik, ofte meget stor; men netop i denne Henseende viste de sig utilfredsstillende. Undertiden faldt Trærøret ud under Farten, undertiden blev dets Krudt slet ikke antændt eller forplantede ikke Ilden til den indre Sprængsats, og undertiden forbrændte det saa langsomt, at man, efterat Bomben var faldt ned, fik Tid til at rive Brandrøret ud eller slukke dets Ild.

De syntes en Tid ganske at skulle forsvinde, men det er muligt, at de atter i en nær Fremtid vil komme til at spille en Rolle i særegne Tilfælde. Ved de nu almindeligst brugte Sprængprojektiler benyttes almindelige riflede Kanoner saavel ved Positions- som Feltskydset. Men det er da nødvendigt paa Forhaand at kunne bestemme det Tidspunkt, da man vil have, at Kuglen skal sprænges; man maa have et Brandrør, der er *temperbart*, som det kaldes.

Det første saadanne konstrueredes af den belgiske General *Bormann*. Det bestod af et cylindrisk Metalstykke, hvori der fra en ringformig, med Melkrudt pakket Fordybning ledede en Kanal ind til et lidet Rum, fyldt med Krudt og lukket med en tynd Skive. Ved Sprængningen af denne forplantedes Explosionen til selve Bombens eller Granatens Indre. Over den med Melkrudt fyldte Rende laa en tynd Metalskive, der var inddelt i lige store Dele, svarende til en Forbrændingstid af et halvt Sekund. Ved nu at aabne denne paa et vist Sted, vilde Krudtet ved Skuddets Affyring tændes her, og Ilden efter den paa dette Punkt af Skiven angivne Tids Forløb have forplantet sig i Renden hen til den Kanal, der førte til Krudtkammeret. De senere konstruerede Brandrør er væsentlig blot en Udvikling og Forbedring heraf.

Ved den nu brugelige Kegleform ogsaa for slige Projektiler, der

godtsom uden noget Spillerum følger Kanonvæggen, kan ikke selve Ladningens Ild forplante sig til det i Kuglens Spidse siddende Brandrør. Dette antændes derfor ved Hjælp af en egen Knaldsats, som ved en Tændnaals Stød bringes til at explodere.

Man kan nu indrette sig paa to Maader, enten saa, at Projektilet sprænges ved den første Modstand, som det møder, eller saa, at strax ved Skuddets Affyring Tændnaalen bringer Knaldsatsen til Explosion, og denne antænder et temperbart Brandrørs Melkrudtledning, hvorved Sprængningen altsaa sker efter en forud bestemt Tids Forløb.

I første Tilfælde befinder der sig i Brandrøret en hul med en spids Tændnaal forsynet liden Cylinder, der er anbragt saaledes, at den kan bevæge sig et lidet Stykke frem og tilbage i sin Længderetning. Under Transport og Projektilets Indføring i Løbet holdes Cylinderen i sin bagerste Stilling ved en eller anden Stoppeindretning, f. Ex. en foran Cylinderen anbragt tynd Metalpinde, der først, efterat Projektilet har forladt Løbet, ved dettes Rotation slynges ud og lader Cylinderen fri. Naar nu Projektilet rammer en eller anden Gjenstand paa sin Vei, hvorved det standses i sin Fart fremover, saa vedbliver desuagtet Tændcylinderen sin Bevægelse fremad, indtil dens Naal med et Slag rammer den foran anbragte Knaldhætte. Denne exploderer, og Ilden herfra forplanter sig gjennem den hule Stift bagud til Projektilets Sprængladning.

I det andet Tilfælde, naar man vil, at Sprængningen skal ske paa et bestemt Punkt af Banen, anbringes Knaldsatsen bag Tændstiften, og Ilden herfra ledes da til et i Forveien tempered Brandrør. Selve Indretningens Detailler kan være høist forskjellige; men i alle Tilfælde har man ogsaa her i selve Brandrøret en noget tung Cylinder, til hvis bagre Ende Tændnaalen er fæstet, og som ved en Stoppeindretning holdes i sin forreste Stilling, indtil ved det voldsomme Stød ved Affyringen Cylinderen bliver fri og øieblikkelig slaar bagud mod Knaldsatsen.

Granaten er, som før nævnt, blot et hult Projektil, fyldt med Krudt. Det er altsaa kun Stykkerne af den sprængte Kugles Vægge, der spredes omkring i videre Kredse.

Kartetschen, der fornemmelig bruges ved glatboret Skyds og nu undtagelsesvis ved riflet, bestaar af en cylindrisk Blikkapsel, i hvis Indre anbringes en stor Mængde mindre Rundkugler. Den svarer nærmest til en Haggelladning ved Geværet.

Granatkartetschen er, som Navnet antyder, en Mellemting mellem de to foregaaende. Den er en Granat med noget tyndere Vægge, og hvis Indre er fyldt foruden med Sprængsats ogsaa med Zink- eller Jernkugler. Ved Sprængningen vir-

ker altsaa ikke alene Projektilvæggene, men ogsaa Kuglerne med til Spredning af Ødelæggelsen. De kaldes efter sin Opfinder ogsaa meget almindelig Shrapnels. I Stedet for Kugler bruges i andre Sprængprojektiler Jernstykker af en saadan Form, at de ved at stables paa hverandre langs den indre Væg lader et cylindrisk Rum tilbage i Midten til Fyldning med Sprængstof.

Ogsaa for Geværer har der været foreslaaet forskjellige Slags Sprængkugler; men efter fælles Overenskomst benyttes saadanne ikke i Krig, da de kun foraarsager den saarede unødige Kvaler og gjør Helbredelsen godtsom umulig. I Jagt paa større Rovdyr bruges de derimod tildels.

Mitrailløser eller Kuglesprøiter maa ogsaa, inden vi forlader Kanonerne, omtales med nogle Ord, skjønt de store Forventninger, man nærede til dem, ikke synes at skulle blive til Virkelighed.

Mitrailløserne har til Hensigt at opnaa den størst mulige Skudhastighed og saaledes i visse Tilfælde at kunne erstatte en mindre Infanteritrop, ligesom ogsaa Projektilerne indtil de seneste Tider har været omtrent som for Geværer. De bestaar alle af flere med hverandre forbundne Løb og et bagenfor anbragt Ladnings- og Affyringsapparat. Ved de fleste er det det sidste, der er bevægeligt, medens Piberne sidder fast fæstede til Lavetten. Ved den amerikanske Gatling-Batterikanon kan derimod Piberne dreies rundt, hvorved de efterhaanden kommer foran forskjellige, efterhvert med Patroner fyldte Huller i Ladningsstykket.

Ved den franske Mitrailløs, der har 25 Piber forenede til ét Stykke, sker Ladningen ved at indsætte en Ladningsskive med 25 tilsvarende Huller, forsynede med Patroner, mellem Pibernes bagre Ende og Slut- og Affyringsapparatet. Dette bestaar af et Bundstykke med ligesaa mange Staalstifter, der spændes af Spiralfjære. Før Affyringen trykker disse Stifter mod en saakaldet Spændplade, som under Skudløsningen bevæges ved en Svev. Herved kommer de i Pladen anbragte Gjennemboringer efterhaanden foran Slagstifterne, som altsaa bliver fri og af Spiralfjæren slynges frem mod Patronernes Tændsats. Naar alle 25 Skud er afløst, maa en ny, imidlertid fyldt Ladningsskive indsættes.

Montignys Mitrailløs ligner i alt væsentlig denne, men har et større Antal Piber og et lidt anderledes indrettet Affyringsapparat.

I Sverige har man en af Palmkrantz og Winborg konstrueret Kuglesprøite, hvori 10 Geværpiber er fæstede ved Siden af hverandre. Bag disse bevæger sig en Metalplade afvexlende til den ene og anden Side, drevet af et Haandtag; Pladen er forsynet med Udskjæringer for Patronerne. Naar den

er længst til den ene Side, falder der fra et ovenover anbragt Magasin, delt i 10 Rør, hvoraf atter hvert rummer 10 Patroner, en Patron ned i hver Udskjæring i Pladen. Ved den modsatte Bevægelse af Haandtaget føres Pladen med Patronerne til den anden Side, saa at de kommer foran hver sin Pibe og føres ind i disse af Stødbundene. Disse er fæstede til en Støbejernsplade, der føres frem og tilbage ved den samme Bevægelse af Haandtaget, der ogsaa bevirker Spændingen, Frigjørelsen af Slaghammernes Spiralfjære og Uddragningen af de tomme Patronhylser fra forrige Skud.

I den senere Tid har man konstrueret Mitrailløserne anderledes, saa at man kan udskyde Projektiler af ligetil 1 ℔ Vægt; medens de ældre, kun for Geværkugler konstruerede, mere og mere gaar af Brug. De nye Mitrailløser er tænkt anvendte især i Marinen mod smaa pantsrede Kanonbaade. I 1878 er for den franske Marine antaget en saadan Hotschies Mitrailløs med 5 revolverende Piber og med et meget forenklet Lade- og Affyringsapparat; Rekylen (Skuddets Stød bagtil) opfanges her af en massiv, større Stødbund, hvad der er aldeles nødvendigt, naar man skal skyde med pundstunge Projektiler. Ogsaa Palmkrantz og Winborgs Kuglesprøite er bleven ombannet med samme Formaal; den nye Konstruktion af denne har ogsaa 4—5 Piber og udskyder 1 ℔ tunge Staalprojektiler.

2. Haandskydevaaben.

Ikke længe efter de første Kanoner fremtraadte ogsaa Haandskydevaaben, men endnu saa tunge og ufuldkomne, at der maatte to Mand til at haandtere dem. De bestod gjerne af et Jernløb og et Kammerstykke, som forenedes ved Sideskinner og Kile. De anbragtes oftest paa en Buk eller en Gaffel med Træfod. I Midten af det 14de Aarhundrede fandt man dog paa at bortkaste Forløbet og forlænge Kammerstykket, samtidig med at man støbte Rørene af Bronce, hvorved fremkom lettere Vaaben; videre forsynede man dem bagtil med en Slags Kolbe eller Stok, saa at det nu blev muligt, om end med noget Besvær, for én Mand at bære og affyde dem. For at formindske Rekylen anbragtes dernæst fortil paa Piben en Hage til Anlæg mod Brystværn, og Vaabenet fik derefter Navnet Hagebøsser.

Hvad der især bidrog til at gjøre Sigtningen og Affyringen tungvindt var, at man endnu ikke havde opfundet nogen anden Maade til at antænde Krudtet end ved Hjælp af Lunter, idet de ældste Vaaben kun havde en Fængpande for Fængkrudtet. Man fik paa denne Maade kun den ene Haand fri til Støtte for Geværet. Hageskytten medførte sædvanlig 1 ℔ Krudt i smaa

Daaser, som hang i Bandolæret, Fængkrudtet i en Flaske, 30 Blykugler i en Skindpung og 15 Alen Lunter omkring en Luntegaffel. Skudhastigheden var ogsaa blot omtrent 10 Skud i Timen.

I Begyndelsen af 1500 fandt man i Spanien paa til Geværet at fæste en Hævarm, i hvis øverste, kløftede Ende man stak Lunten eller et brændende Knuskstykke, som ved Trykning paa Hævarmens anden Ende bragtes ned til Panden med Fængkrudtet.

Omtrent samtidigt hermed opfandtes i Nürnburg af en tydsk Urmager Hjullaasen. I Laaskassen var der et Slags Urværk, som blev optrukket med en Nøgle. Naar man trak Aftrykkeren til, satte dette Urværk et Staalhjul med riflet Omkreds i Bevægelse mod et i en Slags Hane anbragt Stykke Flint eller Svovlkis. Herved fremkom der Funker over Fængkrudtet, som herved antændtes. Hjullaasen brugtes mest ved Kavallerivaaben, medens Infanteriets Geværer hyppig ved Siden af dette anvendte Luntelaas.

Bestræbelserne gik fremdeles ogsaa ud paa at gjøre Vaabnene lettere og mere haandterlige. Kolben modificeredes saaledes, at den kunde støttes mod høire Side af Skyttens Brystplade, samtidig som man lod den forreste Ende hvile paa en Gaffel, som Skytten bar med sig. Disse saakaldte Musketter indførtes i Spanien 1521, nogle Aar senere i Frankrig o. a. St. og benyttedes lige til Slutningen af det 17de Aarhundrede.

Efter at Skuddet var affyret og indtil ny Ladning var skeet, var Musketeren vaabenløs ligeoverfor fiendtlige Spydbærere og Ryttere, og man opfandt derfor Bajonetten, hvormed allerede franske Tropper i 1642 var bevæbnede. Denne var i Begyndelsen en Slags Dolk med Træskaft til Indsætning i Pibens Munding, men fik siden en anden Form, saa man kunde skyde, medens Bajonetten sad paa. Kort efter denne Indførelse afløste man ogsaa de gamle Ladestokke af Træ med Jernladestok.

I den anden Halvdel af det 17de Aarhundrede opfandt man endelig den ligetil dette Aarhundredes Begyndelse brugte Flintelaas. De fleste har vel seet disse gamle Laasindretninger med sin kløftede Hane til Befæstningen af Flintstykket, der ved en Fjær bragtes til raskt at slaa an mod en Staalplade og derved fremkalde Gnister. Staalpladen var bevægelig og tjente tillige som Dække for Fængkrudtpanden; ved Hanens Anslag blev denne slaaet lidt forover, hvorved Fængkrudtet lodes frit for Antændningen af Gnisterne. Ved siden at gjøre Fænghullet videre indad gjordes det unødvendigt at paahælde Panden særskilt Krudt.

Det er dog dette Aarhundrede, som saavel her som paa

alle andre Omraader har vist den raskeste Udvikling. Flintlaasene led af den Mangel, at Antændelsen i høi Grad beroede af Veiret. Man kjendte nu til, at visse Knaldsatser exploderede med stærk Varmeudvikling, naar de udsattes for Stød. Man fremstillede da et saakaldet Slagkrudt, og Geværet forsynedes med den saakaldte Slag- eller Perkussionslaas (1800). Smaa Kugler af Slagkrudt omgivne af Vox fæstedes til Hanen, som slog imod en Piston med Fængkrudt til Ladningen. Imidlertid blev først længere Tid, efterat Josef Egg i England 1818 havde opfundet Tændhætten med sin Knaldsats, Perkussionslaasen almindelig til Feltbrug.

Rifler. Allerede i en meget fjern Tid havde man tildels forsynet Geværløbene med Rifler, der dog oprindelig havde et andet Endemaal end nu. For at forøge de glatløbede Geværers Skudsikkerhed formindskedes saa meget som mulig Spillerummet mellem Kuglen og Løbet, og man søgte tilsidst at presse Kuglen ned uden saadant Spillerum; dette kunde dog kun ske med ikke lidet Besvær, og man forsynede derfor Løbet med langsgaaende Render for at lette dette. Omkring 1520 skal Kaspar Zollner i Wien eller, efter andre, Nürnbergeren Kotter have fundet paa at vride Riflerne spiralformigt, hvorved Kuglerne fik en bestemt Rotation. Skjønt Riflerne skjød sikrere end de glatborede Geværer, gjorde deres sene Ladning, at de kun for enkelte Regimenters Vedkommende blev indført i Armeerne, indtil man i Frankrig fandt paa Forbedringer, der tillod en hurtigere Ladning.

Til denne Ende gav Kaptein Delvigne 1828 Kammeret en noget mindre Diameter end Kuglen og det øvrige Løb. Naar Kuglen blev indsluppet, standsede den mod Kammerets Kanter og bragtes derpaa ved nogle Slag med Ladestokken til at udfylde Riflerne. I Begyndelsen brugte han Rundkugler, siden Spidsprojektiler. Først, efterat Thouvenin i 1848 havde opfundet Tapgeværet, fik imidlertid Systemet mere Udbredelse. I Stedet for det mindre Kammer anbragte han midt i Kammerets Bund en kegleformig Staaltap, hvorimod man drev Projektilet, og Tapgeværet indførtes snart overalt. Imidlertid var Drivningen af Blyet ind i Riflerne ogsaa paa denne Maade besværlig og tillige uens, saa ujevne Skudresultater fremdeles blev Følgen.

Men nu fandt Kaptein Minié 1849 paa at forme Kuglen saa, at den ved Krudtets egen Kraft kom til at fylde Riflerne. Han gav nemlig sin saakaldte Expansionskugle bagtil en dyb, konisk Forsænkning, hvori han i Begyndelsen indsatte et lidet „Drivspeil" af Jernblik, som paavirket af Krudtkraften trængtes længer ind i Kuglens Aabning og derved pressede de bløde Blyvægge ind i Riflerne. Senere udelodes Speilene, da Virkningen blev den samme uden dem.

Østerrigeren Lorentz og Englænderen Wilkinson opfandt 1852 samtidig de saakaldte Kompressionskugler. Ved paa Projektilets cylindriske Del at gjøre dybe Indsnit opnaaedes, at det kunde sammentrykkes (stukes) efter Længderetningen og derved faa en Forøgelse af Diameteren, hvorved Blyet kom til at udfylde Riflerne. Ved de senere Forsøg med smaa Kalibre fandt man, at dette i tilstrækkelig Grad ogsaa kunde ske uden nogen Udskjæring. For at ikke Projektilet med sin hele cylindriske Flade skulde trænge ind i Riflerne, hvorved Friktionen vilde blive for stor, og for at give Plads for Fedtsmurning, gaves de dog grunde Render, ligesom de ogsaa ofte fik en Udhulning i Bunden, hvorved de blev at betragte baade som Kompressions- og Expansionskugler.

Efter Slaget ved Alma 1854, hvor de franske Skytteres riflede Geværer frembragte en afgjørende morderisk Virkning, indførtes Rifler overalt, og oprifledes enten de gamle glatborede Vaaben eller udvexledes de med nye riflede.

De første riflede Løb beholdt de glatboredes Kaliber, 18—19 mm. Spidsprojektilerne blev dog herved forholdsvis tunge og kunde af Hensyn til Rekylen m. m. ikke gives tilstrækkelig Udgangshastighed, saa at Kuglebanerne blev temmelig krumme. For at faa længere Rækkevidde og større Træffesikkerhed formindskedes derfor snart Kalibret. Hos os ansattes dette i 1860 for Kammerladningsgeværet til 11,75 mm., medens det for Mundladningsgeværet i Sverige samtidig blev 12,17 mm., der ogsaa fastsattes for Remingtongeværet 1867. Kaliberspørgsmaalet er atter paa Bane og er i 1878 foreslaaet til 10,15 mm. for de eventuelle nye Geværer. I Tydskland og Frankrige er Kalibret 11 mm.

Bagladningsgeværer. For at lette Ladningens hurtige Udførelse gjenoptoges i Begyndelsen af dette Aarhundrede Forsøg med Bagladning i Frankrige af Bøssemager Pauly i Paris. Han konstruerede et Bagladningsgevær, hvortil hørte en Patron, som foruden Kugle og Krudt tillige indeholdt en Lindse med Tændsats, altsaa en saakaldet Enhedspatron; men uagtet Geværet prisbelønnedes, fik det ingen videre Udbredelse. Ideen optoges og udvikledes imidlertid senere af Sachseren Nicolaus Dreyse, som havde arbeidet hos Pauly. Efter mange Aars Arbeide og Forsøg blev endelig i 1841 hans Tændnaalsgevær antaget i Preussen, og 18 Aar efter var hele dette Lands Arme forsynet med dette Vaaben. Patronen var af Papir, Kuglen befæstedes paa et Papspeil, i hvis bagerste Plan var en Skive med Tændsats. Ved Skudløsningen trængte en Tændnaal, hvoraf Geværet fik sit Navn, frem til Satsen og afstedkom Ild.

Imidlertid havde i Kjøbenhavn Bøssemager Løbnitz kon-

strueret et Bagladningsgevær, som dog ikke var praktisk. Heraf udviklede den norske Artillerikaptein Scheel det i 1846 for vor Arme antagne Kammerladningsgevær, med 16,6 mm. Kaliber, der i 1860, som før nævnt, formindskedes til 11.75 mm. Geværets Kammerstykke ladedes, som bekjendt, som almindelige Geværer; Kugle og Krudt var forenede i én Patron, medens Tændsatsen førtes i en egen Taske og paasattes særskilt Kammerstykkets Tængkegle. Man opnaaede alligevel en forholdsvis stor Skydehastighed, samtidigt som 1860 Aars Geværs Skydeevne i sin Tid ansaaes for at staa høiest i Europa.

Under den amerikanske Borgerkrig fremstod der flere Bagladningsgeværer baserede paa Brugen af en Enhedspatron med bagtil lukket Metalhylse, der desuden havde til Hensigt at virke tættende under Skudløsningen, idet Hylsen herunder udvidede sig og hindrede Krudtgasen fra at strømme ud bagtil. Herved blev det dog nødvendigt at forsyne Mekanismen med en Uddrager, Extrator, der kunde føre den affkudte Patrons Hylse ud af Løbet; trods dette kunde Bagladningsmekanismen nu gjøres meget enklere.

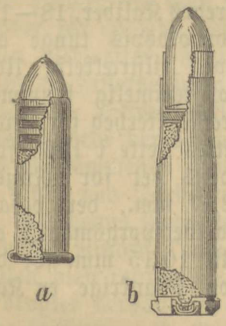

Fig. 208. Metalpatroner.

Metalpatronerne er konstruerede enten for Rand- eller Centralantændelse, Fig. 208 a og b.

a er en Randantændelses-Patron, hvis Hylse, der gjerne er af Kobber, bagtil har en fremstaaende, indvendig aaben Krave, hvori Tændsatsen (paa Figuren fort) anbringes; denne antændes let, naar Kraven rammes af det raske Slag enten fra en Slagstift eller direkte af Hanen og derved sammenklemmes.

b viser en Centralantændelses-Patron, der gjerne er af Messing, og som i den senere Tid har faaet en høi Grad af Fuldkommenhed. Midt i Bunden har den en Udhuling, hvori Tændhætten er anbragt med sin Knaldsats vendende mod en Kegle eller Ambolt i Patronbunden. Imod denne presses Hætten ved Slaget af Tændstempel eller Hane, og Ilden forplantes herfra gjennem et Par smaa Huller i Ambolten ind til Krudtet.

Af de amerikanske Geværer var der flere, som for end yderligere at øge Skydehastigheden var forsynede med et Magasin, hvori rummedes et større eller mindre Antal Patroner, som af selve Laasemekanismen førtes ind i Piben. De mærkeligste af disse var Colts Revolver, Spencers Magasingevær med Magasinet i Kolben og Henrys med Magasinet under Piben. Blandt Enkeltladere udmærkede sig især Peabodys og Remingtons.

I Europa viste vistnok det tydske Tændnaalsgevær i Danmark 1864 sin Overlegenhed over Mundladningsgeværet; men først under Krigen med Østerrig og efter Slagene ved Sadowa og Königgrätz indsaa man tilfulde Bagladningens Fortrin og ilede overalt med at forandre sine gamle Vaaben til Bagladningsgeværer for Metalpatron eller at indføre nye Geværer. I Frankrig havde man imidlertid allerede antaget Chassepotgeværet, nærmest efter Dreyses System, men med mindre Kaliber, 11 mm.

Baade Norge, Sverige og Danmark antog i 1867 Remingtongeværet for Kobberhylsepatron med Randantændelse til ny Bevæbning for Infanteriet. Samtidig omdannedes i Norge Kammerladningsgeværet til Brug for Kobberhylsepatroner, for Armeen efter Rustmester Lunds og for Marinen efter Oberstløitnant Landmarks Forslag. I 1874 antog den norske Marine et Magasingevær konstrueret af Artillerikaptein Krag og Ingeniør Petersson, ligesom det samme i 1877 blev foreslaaet til Antagelse for den danske Marine. Af de øvrige europæiske Lande har Preussen efter den fransk-tydske Krig antaget Mausergeværet, Frankrig Major Gras' forbedrede Chassepotgevær, den franske Marine fra 1878 Kropatscheks Magasingevær, England og Tyrkiet har Geværer efter Henry-Martinis, Rusland efter Berdans, Østerrig efter Werndls og Bayern efter Werders Konstruktion, medens Italien har indført Vetterlis Enkeltlader og Schweitz Vetterlis Magasingevær.

De forskjellige Geværsystemer benævnes gjerne efter deres Opfindere, men de kan ogsaa efter den Maade, hvorpaa Ladningsmekanismen aabnes og lukkes, deles i forskjellige Hovedgrupper, saasom: Kolbesystemet (Dreyses, Chassepots, Mausers, Gras', Vetterlis, Berdans, Kropatscheks m. fl.); Blokksystemet (Peabodys, Martinis, Krag-Petersens) o. s. v.

De væsentligste Dele af samtlige Geværers Ladnings- og Laasemekanisme er foruden Kassen, hvori de forskjellige Dele anbringes og Piben indskrues: Slutstykket, som tillukker Piben bagtil; Extraktoren, som, naar Slutstykket aabnes, kan fjerne den affkudte Hylse; Perkussionsindretningen, som bestaar enten af en Hane, der direkte eller ved et Stempel (Tændstemplet) slaar imod Patronen, eller af en Bolt eller større Stempel, og som sættes i Bevægelse af Slagfjæren, der enten er almindelig fjærformet eller ogsaa spiralformet og omviklet Slagbolten, og endelig Aftrækkeren med sin Fjær.

Som Exempel skal vi her kun lidt nærmere omtale af Enkeltladere: Remingtons, Henry-Martinis og Mausers Geværer, og af Magasingeværer: Spencers og Krag-Petersens.

Remingtongeværet, Fig. 209. Kassen bestaar af to Sidestykker, som forenede fortil ved a danner Mutteren for

Løbets Gjængestykke, bagtil danner de forenede et Svandsjern til Skjæftets Befæstigelse. I disse Sideskinner er der Huller for Slutstykkets og Hanens Bolter samt for Underbeslagets Skruer b og b^1. Underbeslaget, hvortil Aftrækkeren e og Slæbestangen h med sine Fjære g og i og endelig Slagfjæren f er befæstet, tjener desuden til med Kassens Svandsstykke at fasthholde Skjæftet.

Slutstykket S, der ved Grenen k kan bevæges om sin Bolt c, har paralelle Sideflader og fortil en plan Flade, Stødbunden, der kan lukke Pibens bagre Ende. Det er under afrundet for Hanens Bryst, og i en Gjennemboring ligger Tændstemplet

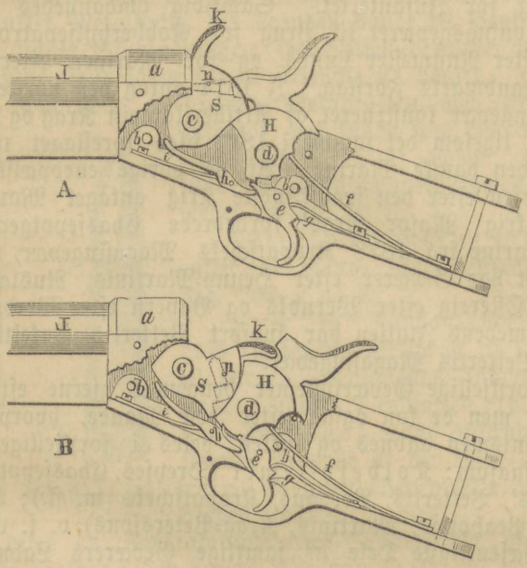

Fig. 209. Remington-Geværets Laas.
A lukket og afskudt, B aaben og Hanen spændt.

n, hvis Bevægelse begrændses af en Skrue. Paa Siden af Slutstykket er der en Udfræsning for Extraktorens Blad. Extraktoren, der ikke sees paa Tegningen, bevæges af Slutstykket i en Rende mellem Kassen og Piben, paralelt med Løbet; den er forsynet med et Hoved eller en Tand, der virker mod Patronkraven og tvinger Hylsen tilbage, naar Slutstykket aabnes.

Hanen H bevæges ved en opadstaaende Gren, Hanegrenen, om Bolten d; dens fremstaaende Ansats kaldes Hammeren, og paa Undersiden har den de saakaldt Roer eller Indskjæringer for Aftrækkertanden.

Slæbestangen h, der er bevægelig om en Stift, trykkes af

Fjæren i stadig mod Slutstykket og støtter dette, naar Hanen er spændt og Slutstykket enten aabnet eller lukket.

Ladningen sker i fire Tempo: 1. Hanen føres tilbage, hvorved Slagfjæren spændes og Aftrækkertanden falder ind i Helspændsroen og holder den tilbage i denne Stilling. 2. Slutstykket slaaes tilbage, hvorved Extraktoren fører den efter sidste Skud gjenværende Patronhylse ud af Løbet, som nu er aabent. 3. En ny Patron indsættes, hvorefter 4. Slutstykket atter fremføres.

Naar nu Pegefingeren trykker mod Aftrækkeren, glider dennes Tand ud af Spændet, Hanen roterer rasket omkring Bolten, paavirket af Slagfjæren, og Hammeren rammer Tændstemplet, som igjen slaar imod Patronkraven.

Henry-Martini-Geværet, Fig. 210, kaldes saa efter Schweitzeren Martini, der har konstrueret Mekanismen, og den skotske Bøssemager Henry, som har angivet Riflekonstruktionen.

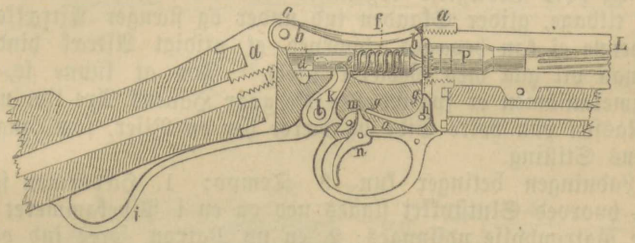

Fig. 210. Henry-Martini-Geværet.

Løbets Tværsnit er en regulær Syvkant, i hvis Hjørner er anbragt smaa indgaaende Bomme. Kalibret er 11,4 mm.

Slutstykket bb er bevægeligt om Axen ved c, har oventil en skaalformig Fordybning for Ladningens Skyld og efter sin Længde en cylindrisk Gjennemboring d for Slagbolten e, hvorom er viklet Spiral-Slagfjæren f, og hvis forreste Ende bærer Slagstiften. Ved en Skrue hindres Slagbolten og Fjæren fra at gaa ud.

Extraktoren gg er en toarmet Vinkelvægtstang, bevægelig om Axen h. Aftrækkerindretningen bestaar af Stangen m og Aftrækkeren n med sin Fjær o.

Hævarmen i, der er bevægelig om Axen l, gaar ned gjennem Underbeslaget bagud og ender i en Bøile eller et Haandtag. Foran og over Axen fortsætter Hævarmen i to Grene, som under Armens Bevægelse glider imod Slutstykket, hvis Underside herfor er forsynet med en Glidebane og en Fordybning. Mellem disse to Grene sidder en Slags Hane k, der har samme Axe som Hævarmen, men denne er firkantet for Hanens og cylindrisk

for Hævarmens Vedkommende, saa at Axen altid følger Hanens Bevægelse. Slagbolten har en efter Længden gaaende Fordybning for denne Hanes opstaaende Arm.

Naar Hævarmen føres nedad og dermed dens Grene opad og tilbage, saa tvinges Hanen ved en Ansats paa samme ligeledes tilbage og spænder derved Slagbolten og Spiralfjæren. Grenene griber imidlertid i Udhulingen bagtil i og under Slutstykket, og dette slaaes derved ned, rammer herunder Extraktorens ene Arm, hvorved dens anden Arms to Grene udslynger den gamle Patronhylse. Naar Hævarmen igjen føres tilbage, tvinges Slutstykket op, medens Hanen fastholdes af Aftrækkerindretningen. Stangen m virker som et Mellemled mellem Hane og Aftrækker; den bevæger sig om en Stift og har foran en Roe for Aftrækkeren, der er af sædvanlig Form.

Videre er Geværet forsynet med en paa Tegningen ikke synlig Afstænger, der er en Skaade, som kan føres frem og tilbage og hvis Bevægelse begrænses af dens Fjær. Naar den føres tilbage, glider Skaaden ind under og stænger Aftrækkeren, saa denne ei kan bevæges, hvorved et utidigt Aftræk hindres, om man vil gaa med Geværet ladet. For at kunne se, om Slagmekanismen er spændt eller ikke, gaar Hanens Axe lidt udenfor Kassen paa høire Side og bærer her en Viser, som angiver Hanens Stilling.

Ladningen betinger kun 3 Tempo: 1. Hævarmen føres frem, hvorved Slutstykket slaaes ned og en i Pibekammeret værende Patronhylse udslynges; 2. en ny Patron føres ind og 3. Hævarmen drages tilbage, hvorved Slutstykket hæves og lukker Piben, og Slagmekanismen spændes.

Til Geværet hører en Centralantændelses-Patron, hvis Hylse er sammenrullet af tyndt Messingblik.

Mausergeværet, Fig. 211, I og II, er konstrueret af den tydske Bøssemager Mauser, nærmest efter Dreyses System og antoges 1872 i Tydskland med Undtagelse af Bayern, hvor Werdergeværet allerede før den fransk-tydske Krig var indført.

Kassen K er cylindrisk med en Forstærkning bagtil. Indvendig har den et Spor for Extraktoren E. der bestaar af en flad Fjær med en Fod paa Midten, som indføres i Stødbunden; paa sin forreste Ende har den en Ansats, som omfatter Patronhylsens Krave, naar Mekanismen lukkes. Under Kassen er Aftrækkeren med sin Fjær aa befæstet. Kassen fæstes til Skjæftet under ved Skruer.

Stødbunden S er kolbe- eller cylinderformet og delt i to Dele. Kolbestykkerne er gjennemborede for i sig at optage Slagmekanismen; udvendig er Kolben forsynet med en lang Styreklak og et Haandtag.

Hanen H er ogsaa cylindrisk og staar ved Tændstempel-

mutteren M i fast Forbindelse med Tændstemplet T, der fortil ender i en kegleformig Tændstift. Omkring Tændstemplet er viklet Spiralfjæren F, der foran støder an imod en Ansats paa Stemplet og bagtil hviler mod Stødbunden.

Afstængeren A er en liden Cylinder med Haandtag, som ligger ovenpaa Hanen, og som under en vis Stilling føres frem samtidig med denne gjennem en tilsvarende Fordybning i Stødbunden, men som under enhver anden Stilling modsætter sig Hanens Fremføring og altsaa hindrer utidigt Aftræk, om Geværet bæres ladet.

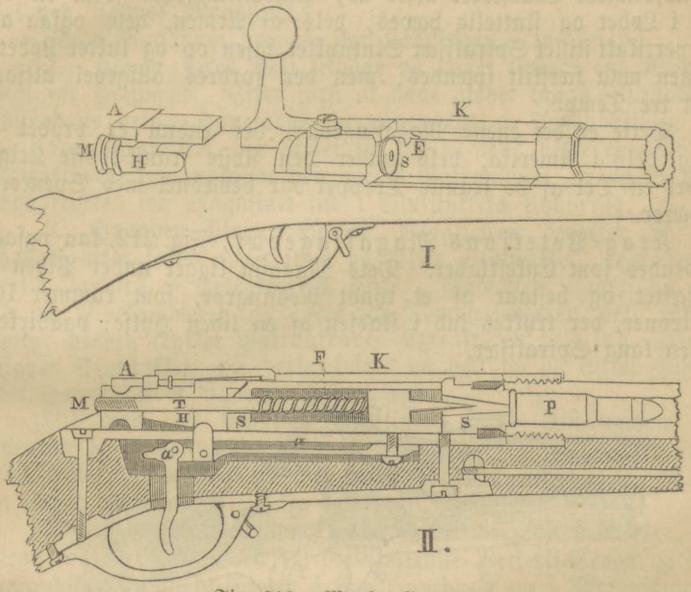

Fig. 211. Mauser-Geværet.
I aabent, II lukket og spændt.

Ladningen sker i 3 Tempo: 1. Cylinderens Haandtag vrides om i lodret Stilling, og Mekanismen føres tilbage, indtil en Stemmeskive støder an mod Kassen; Extraktoren følger denne Bevægelse og trækker den afskudte Hylse tilbage; samtidig spændes Slagmekanismen. 2. Ny Patron indlægges i Kassen, og 3. Mekanismen og dermed Patronen føres frem ved Hjælp af Haandtaget, og dette vrides derpaa om tilhøire. Affyringen sker som sædvanlig.

Spencers Magasingevær. Amerikaneren Spencer var den første, der konstruerede Gevær med Magasin. Dette bestaar her af et i Kolben anbragt Rør, der rummer 7 Patroner, som

af en Spiralfjær føres frem mod Laasstykket. Magasinet selv kan udtages til Fyldning.

Slutstykket, der indeholder Slagstemplet, bevæges, naar Geværet skal aabnes, af en Arm, der tillige tjener som Varebøile for Aftrækkeren, nedover i et underliggende Laasstykke, som ved den videre Fremføring af Bøilen tvinges videre nedad. Samtidig kastes den gamle Patronhylse ud af en Extraktor, og bliver Magasinmundingen fri, saaat en ny Patron kan træde ud af dette, drevet af dets Spiralfjær, og falde ned i en Fordybning foran Slutstykket. Naar nu Armen føres tilbage, dreier den det nedadsvingede Laasstykke atter op, Patronen føres frem til og ind i Løbet og sluttelig hæves, dels af Armen, dels ogsaa af en vertikalt stillet Spiralfjær Slutstykket igjen op og lukker Løbet. Hanen maa særskilt spændes; men der fordres alligevel altsaa blot tre Tempo.

Dette er det eneste Magasingevær, der endnu er prøvet i Krig, dels i Amerika, dels under den sidste fransk-tydske Krig, hvori en Del af de franske Tropper var bevæbnet med Spencergeværer.

Krag-Petersons Magasingevær, Fig. 212, kan ogsaa anvendes som Enkeltlader. Dets Magasin ligger under Piben i Skjæftet og bestaar af et tyndt Messingrør, som rummer 10 Patroner, der trykkes ind i Kassen af en liden Hylse, paavirket af en lang Spiralfjær.

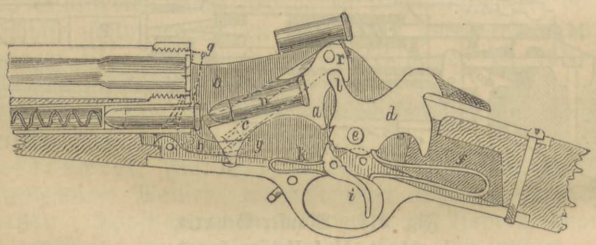

Fig. 212. Krag-Petersons Magasingevær.

Selve Mekanismen bestaar væsentligst af et Slutstykke a med Bolten r og Tændstemplet c, Hanen d med Bolten e, Slagfjæren f, Extraktoren g, Aftrækker i med Fjær l og en Afstænger for Magasinet.

Slutstykket har en Fordybning og en Udboring oventil, hvori en Patron fra Magasinet kan finde Plads; bagtil paa Undersiden har det en Glidebane og en Fordybning for Hanefoden l og paa høire Side en Rende for Tændstemplet. Hanen ligner Remington-Geværets; dens Fod eller Ansats tjener baade til at støtte Slutstykket, naar Mekanismen lukkes eller er lukket,

og til ved sin Indgriben i ovennævnte Fordybning at tvinge Slutstykket op eller ned under Hanens Bevægelse.

Extraktoren er en toarmet Vinkelvægtstang med en liden Fjær; foruden en Ansats eller Hage, som virker imod Patronkraven under Extraktionen, har den ogsaa en Hage, der modsvarer en Roe paa Slutstykkets Forende.

Afstængeren, der ikke sees paa Tegningen, er anbragt paa høire Side af Kassen og bestaar af et opskaaret, om Kassens Vægge gribende og fjærende Stykke, der indvendig har en Tand og udvendig en Knap. Naar Stykket ved Knappen føres op, bringes Tanden op i Magasinhullet og stænger for dette; føres det ned, aabnes Magasinet.

Naar Magasinet bruges, sker Ladningen i to Tempo.

1. Hanen føres helt tilbage og noget længer end nødvendigt for Helspænd. Efter først at have gledet langs Slutstykkets Glidebane griber Hanefoden herunder ind i Fordybningen og og slaar Slutstykket, der dreier sig om r, ned; dette rammer da Extraktoren, som udkaster den gamle Patronhylse, og en ny Patron trykkes fra Magasinet ind i Slutstykkets Udboring.

2. Haanden slipper Hanen; Slagfjæren bevirker da, at Hanen atter føres noget frem og løfter Slutstykket, som imidlertid standses af Extraktorens Hage. Patronen ligger da ret ud for Pibekammeret og føres af Tommelfingeren helt ind i dette; derved trykker Patronkraven Extraktoren helt ind, Hagen slipper Slutstykket, og dette løftes da helt op og lukker Piben, idet Hanen bliver staaende i Helspænd.

Vil man ikke benytte Magasinet, føres Afstængeren op, hvorved de magasinerede Patroner hindres fra at træde ind i Slutstykket. I dette Tilfælde føres da paa almindelig Maade en anden Patron fra Taſken ind i Pibekammeret.

Med Hensyn til de andre Geværsystemer kan bemærkes, at Gras' og Berdans Geværer, det italienske Vetterli-Gevær og det hollandske Beaumont-Gevær i sine Hoveddele og i Mekanismens Bevægelsesmaade meget ligner Mauser-Geværet. Vetterlis Magasingevær har sit Magasin under Piben og en Patronopbringer, som gaar i en Slide i vertikal Retning, medens Mekanismen forøvrigt er som ved hans Enkeltlader. Kropatscheks Gevær har ogsaa Magasinet under Piben og en Mekanisme, der ligner Gras', samt en Patronopbringer noget lignende Krag-Petersens. Hotschis Magasingevær har Kolbemekanisme og Magasinet i Kolben.

Ved de nyere Enkeltladere paaregnes en Skudhastighed af 15 à 20 Skud i Minutet, ved Magasingeværer 40 pCt. mere. Kalibret er i Regelen 10,5 til 11,5 mm og Skudvidden ca. 1600 Meter.

3. Torpedoer.

Navnet Torpedo for Undervandsminer skriver sig fra den i Dampskibets Historie senere udødelig blevne Robert Fulton og er egentlig en Benævnelse for den elektriske Rokke; de kjendes ogsaa under Navnene „Helvedesmaskiner" og „Petarder", der iøvrigt bruges for alle saadanne i en Kapsel indesluttede Miner, selv om de ikke er bestemte til at anvendes tilsøs.

Undervandsminernes første Fremtræden ligger nu allerede over 100 Aar tilbage i Tiden, men det er først i de senere Aar, at man er kommen til almindelig Overbevisning om, at man i dem har et kraftigt og virksomt Beskyttelsesmiddel for Havne og seilbare Floder. Man kan bekvemt dele dem i Forsvars- eller passive og Angrebs- eller aktive Miner eller Torpedoer; underlig nok var det de sidste, som først fremtraadte. Amerikaneren Bushnell konstruerede nemlig allerede i 1773 en undersøisk Torpedobaad; men hans Forsøg faldt ikke heldigt ud og vakte liden Interesse. Først efter den nordamerikanske Borgerkrig, hvori Sydstaterne med meget Held anvendte Torpedoer mod de fiendtlige Skibe, skjød Torpedovæsenet Fart og blev optaget som en Del af de fleste Landes Søforsvar.

Forsvarstorpedoer. Disse udlægges altid forankrede, saaat de forbliver paa den engang bestemte Plads; derimod er deres Indretning forresten forskjellig, eftersom de skulle sprænges ved Berørelse med det fiendtlige Skibs Bund, eller de antændes fra Land ved en elektrisk Ledning. I Regelen er den Kapsel, hvori Sprængstoffet indesluttes, af Jern, og de holdes da flydende enten ved at forsyne dem med Kork eller ogsaa ved at gjøre dem saa store, at den indesluttede Luft bærer dem oppe. Sprængstoffet kan være Krudt, Dynamit eller Nitroglycerin, men man bruger allerbedst Skydebomuld, der selv temmelig fugtig bevarer sin stærke Explosionsevne.

De Miner, som Russerne under Krimkrigen anvendte til Forsvar af Kronstadt, men som forøvrigt var smaa og ingen Fortræd gjorde, var forsynede med et lukket Glasrør, som ragede op over selve Minen, og som ved Stødet af en Skibsbund brødes. Herved trængte Vand nedigjennem Røret til en liden Kugle af metallisk Kalium. Dette Metal har en saa stor Oxydationsevne, at det opløser Vandet i sine Bestanddele forat optage dets Surstof og ophedes herunder saa stærkt, at det kommer i Glød. Ilden herfra forplantedes gjennem en Metalkapsel til et andet letantændeligt Stof og derfra atter til Krudtet. Istedetfor Kalium kan ogsaa anvendes et Knalopræparat, der exploderer ved den mindste Berøring.

Saadanne umiddelbart ved Stød exploderende Miner (Kontaktminer) er dog ikke synderlig heldige, baade af den Grund,

at de maa ligge saa nær Vandskorpen, at de naaes af Skibsbunden, og fordi de gjør det umuligt for Landets egne Fartøier at passere dem. De er ogsaa farlige at tage op igjen; mange findes vanskelig igjen og bliver da liggende der som en stadig Trudsel, ligesom det er vanskeligt at indrette dem saa, at de exploderer ved Berørelse, uden derfor at gjøre dette for Vandets Bevægelse. Bedre er det derfor at bruge Miner, som tændes ved Elektricitet; man har det da i al Fald i sin Magt at gjøre dem uskadelige, naar det ønskes. Disse kan forøvrigt ogsaa indrettes saa, at de exploderer for Stød, men kun, naar man fra Land sætter dem i Stand dertil. Ved de elektriske Miner gaar der nemlig altid to vandtætte, isolerede Ledningstraade fra Minen, i hvis Sprængstof de ere indbragte saaledes, at der bliver et lidet Rum mellem begges Ender, til Land til et der opstillet elektrisk Batteri. Dettes ene Poltraad er forenet med den ene Ledningstraad. Saalænge den anden Ledningstraad ikke sættes i Forbindelse med den første Poltraad, kan Minen ikke sprænges. Men i samme Øieblik, som en saadan Forbindelse istandbringes, gaar der Strømme af modsat Elektricitet gjennem hver sin Ledning ud til Minen, hvor de kun kan forene sig som Funker gjennem det mellem deres Ender værende Sprængstof, som derved exploderer.

Til Forsvaret af Venezias Havn havde Østerrigerne i 1866 nedlagt en tredobbelt Række elektriske Miner, der blot kunde antændes fra Land. Her var der i et høitliggende Taarn indrettet et mørkt Rum, hvis eneste Lysning kom gjennem en med et stort Brændglas forsynet Aabning, der vendte ud mod Havnen. Ved et skraatstillet Speil kastedes de herfra kommende Lysstraaler ned paa et Bord, hvor der altsaa dannedes, som ved et almindeligt camera obscura, hvad jo ogsaa dette var, et tro Billede af Havnen. Paa dette Bord var forud afmærket de Punkter, hvor hver Mine var udlagt, og ved Hjælp af et Klaviatur med en særskilt Tangent for hver Mine sattes man i Stand til at sprænge hvilkensomhelst af disse i det Øieblik, man af Billedet paa Bordet saa, at et fiendtligt Skib befandt sig over dem. Ved at trykke paa Tangenten sluttedes nemlig [illegible] den hertil svarende Ledning.

Man kan ogsaa indrette sig saa, at man paa Land har to i nogen Afstand fra hinanden beliggende Stationer, der staar i telegrafisk Forbindelse. Paa hvert Sted har man et Bord med en horizontalt bevægelig Kikkert og med Linier affatte for de Retninger, hvori en Mine er nedlagt; det Punkt, hvori disse to Retninger for hver Station skjærer hinanden, er Minens nøiagtige Plads i Søen. Følges nu et Skibs Bevægelser med begge Stationers Kikkert, kan man altsaa med Bestemthed afgjøre, naar Skibet er over Minen, og da fra den ene Station slutte den

elektriske Ledning, hvorved Minen sprænges. Kun en Station kan ogsaa benyttes, men man maa da samtidig sprænge alle de i en Linie tæt ved hinanden nedsænkede Torpedoer for at have Haab om, at en skal ramme Skibet, hvis nøiagtige Plads ikke paa denne Maade kan observeres. Saadanne Indretninger, hvorved Minen skal sprænges ved Strømslutninger fra Land, har dog den Ulempe, at de ikke kan benyttes i Mørke uden elektrisk Belysning og aldrig i Taage.

Bedre er det i saa Henseende at bruge elektriske Stødminer. Ved disse sker den virkelige Slutning af den elektriske Ledning først ved Skibets Stød mod Minen; men ogsaa her har man det i sin Magt at bestemme, naar man ikke vil have nogen Explosion, idet man nemlig da kan umuliggjøre enhver Strøm ved blot at ophæve Ledningstraadenes Forbindelse med Batteriet paa Land. Ved at forbinde disse sætter man vistnok Minen istand til at kunne sprænges, men Ledningen er ogsaa afbrudt ved selve Minen, og Slutningen sker her gjennem en eller anden indre Mekanisme, der sættes i Bevægelse, naar Skibet støder mod Minen, som derved rystes. Mekanismen selv kan være høist forskjellig.

Angrebs-Torpedoerne var, som før sagt, de ældste; men de fleste har fristet en sørgelig Skjæbne. Man har dels saadanne, der styres af en egen, hurtig seilende Torpedobaad, dels selvbevægelige Torpedoer.

Den simpleste Sort af første Slags er Stangtorpedoen, der ogsaa med Held blev anvendt af Russerne i den sidste tyrkiske Krig. Minen sidder fæstet til Enden af en 5—6 Meter lang Stang, der er anbragt fra Torpedobaadens Forstavn og dukker henved 3 Meter ned under Vandfladen. Den indeholder en temmelig betydelig Mængde Sprængstof (Dynamit eller Krudt), der exploderer ved Stødet mod Skibet.

En anden Form er den i Fig. 213 afbildede Harveys Torpedo. Kassen, hvori Sprængstoffet er indesluttet, har Form nogenlunde som en dyb og skarp Baad og slæbes ved en Line af Torpedobaaden. Linen er ved en Hanefod befæstet til Torpedoen, omtrent som ved den saakaldte „Oter", dette hos os almindelig kjendte og desværre før i al Fald meget brugte Apparat for Fluefiskeri. Som denne skjærer den under Baadens Fart ud til Siden og holder sig i en bestemt Afstand fra den. Torpedobaaden maa være et meget hurtiggaaende og let manøvrerende Fartøi, forat det med Held skal kunne føre Torpedoen mod Fienden. Naar den er ganske nær denne, firer man lidt paa Linen, hvorved Minen, som er saa tung, at den ikke kan flyde, ganske af sig selv sænker sig lidt under Vandet og holdes i en passende Dybde af den paa Billedet ved Siden synlige spoleformede Flyder.

Den første Form for Angrebstorpedoer var Undervandsbaade, som førte Miner, enten anbragte et Stykke foran selve Baaden eller almindeligst som et med et Toug forbundet Minepar, der under det fiendtlige Skibs Bund løslodes og steg op en paa hver Side af denne, holdt tilbage af det saaledes under Kjølen gaaende Toug. Naar Baaden havde fjernet sig et Stykke, tændtes Minerne ved Elektricitet. Fultons Torpedobaad var blandt andre en saadan under Havfladen gaaende Baad, der dreves frem af Skruer, bevægede med Haandkraft. Senere har man benyttet komprimeret Luft som Drivkraft; men alle disse Forsøg er faldt utilfredsstillende ud, den sidste, i Amerika konstruerede forsvandt saaledes ved den tredie Prøve aldeles, efterat den hver Gang havde druknet den 9 Mand store Besætning.

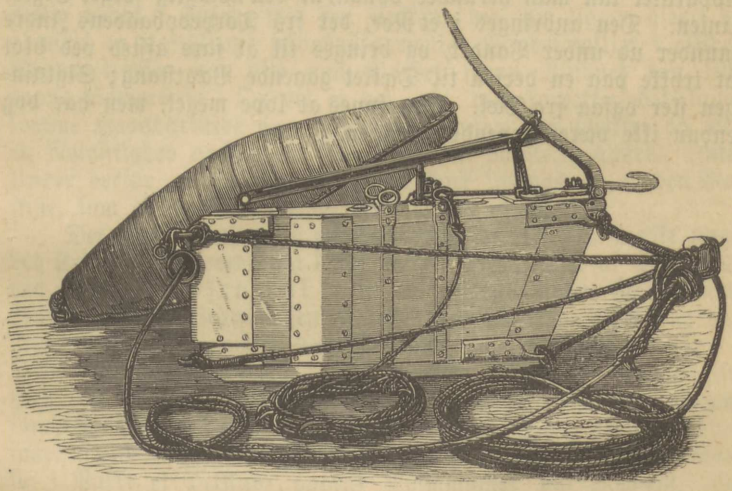

Fig. 213. Harveys Torpedo.

Man havde imidlertid spekuleret paa at konstruere selvbevægende Torpedoer, der dog ingen Besætning skulde føre; de skulde være saaledes indrettede, at man fra Skibet eller Torpedobaaden selv kunde styre dem, eller at de i Forveien herfra indstilledes i en bestemt Retning, som de siden fulgte uden Afvigelse. Opgaven var vanskelig, men synes dog nu tilfredsstillende løst. Den bekjendte John Ericson og Amerikaneren Lay har konstrueret saadanne; men de staar begge tilbage for

Whiteheads Fiskетorpedo. Den indre Indretning hos denne er en Hemmelighed, og det er saaledes ikke muligt at beskrive den; de fleste Lande har imidlertid kjøbt Patentet for

uhyre Summer og der gjøres stadig Forsøg med den. Den er af Staal, udvendig ganske glat og af Fiskeform; den har en Længde af 2—3 Meter og indeholder fra 30—50 Kil. Skydebomuld. Den kan i Forveien indstilles til at gaa i en bestemt Dybde under Vandfladen; fra hvilken Høide den nu sættes ud i Vandet, vil den derfor strax søge den forud bestemte Dybde og gaa videre i denne. Den er forsynet med et Knaldapparat, der exploderer ved Stødet, men skulde den ikke ramme, gaar den enten tilbunds eller flyder op igjen, eftersom den i Forveien er indstillet til det ene eller andet.

Den drives med komprimeret Luft, der har et Tryk af indtil 60 Atmosfærer, og kan nu drives til en Fart af 20 Knob eller 5 geografiske Mil i Timen for kortere Afstande. Den maa i Forveien indskydes, og ved at dreie paa nogle Skruer ved Styreapparatet kan man herunder opnaa, at den nøiagtig følger Sigtelinien. Den anbringes i et Rør, der fra Torpedobaadens Indre munder ud under Vandet, og bringes til at fare afsted ved blot at trykke paa en derfra til Dækket gaaende Vægtstang; Sigtningen sker ogsaa fra Dæk. Den synes at love meget, men har dog endnu ikke været anvendt i Krigen.

XXXI.

Symaskiner.

Der er ikke hengaaet mere end vel 30 Aar, siden den første virkelig praktisk brugbare Symaskine blev konstrueret, og nu træffer man den godtsom overalt. Den snurrer næsten ligesaa flittig rundt i Husene som før Rokken, der nu ligger gjemt og glemt i en Loftskrog; selv hos tarvelige Bondefamilier i afsides Bygder træffer man ofte paa Bordet foran Vinduet den lille rappe Sømmerske. Og vel er det, thi den forretter det langsomme Haandarbeide mer end tyve Gange saa hurtigt og med en Nøiagtighed og Finhed, som uden den vanskelig naaes. Intet Under derfor, at den har faaet saa stort Indpas og er den Maskine, som er almindeligst og bedst kjendt af alle.

Det første Forsøg til en Symaskine er ikke saa ganske ungt, det skriver sig allerede fra 1755 og skal være gjort af en Tydsker ved Navn Weissenthal. Senere forsøgte andre sig i samme Retning især i Begyndelsen af dette Aarhundrede. Det var dog blot en af disse, nemlig den af Franskmanden Thimmonier i 1830 patenterede Maskine, som virkelig fik nogen Anvendelse. Han var en fattig Skrædder fra St. Etienne, som uden nogensomhelst Forkundskaber eller Hjælp efter 4 Aars Arbeide havde faaet istand en nokſaa tilfredsstillende Træmaskine. Der dannede sig i Paris et Selskab, hvoraf Thimmonier var Medlem, som anvendte ikke mindre end 80 saadanne Maskiner til Søm af Uniformer. Men en Del Skrædderſvende, der troede, at de vilde blive berøvet sit Arbeide, om Maskiner blev almindelige, slog under et Opløb alle Maskinerne itu, og dermed var Selskabet opløst. Thimmonier tabte ikke Modet, arbeidede flere Aar paa Forbedringer, fik en Del Pengeunderstøttelse, og en Fabrik anlagdes for Tilvirkning af hans forbedrede Jernmaskiner, der syede indtil 300 Sting pr. Minut, omtrent 10 Gange saameget som ved Haandsøm. Imidlertid gik det ogsaa denne Gang uheldigt, Revolutionen i 1848 ødelagde alle hans Forhaabninger, og han døde i yderste Fattigdom.

I det praktiske Amerika var imidlertid Tanken om en Symaskine bleven optagen af mange. I 1834 konstruerede Walter

Hunt en saadan med Skyttel, altsaa en dobbelttraadet Maskine, men den blev først af Elias Howe i Boston 1845 saa fuldkommengjort, at den blev virkelig praktisk brugbar. Det saa i Begyndelsen daarligt nok ud ogsaa for Howe; sit Patent maatte han afstaa til den, der havde forstrakt ham med Penge til hans Forsøg, og den Afgift, han skulde have af hver i England fabrikeret Maskine, blev ikke betalt. Men han kom siden igjen i Besiddelse af sit amerikanske Patent, anlagde selv en Maskinfabrik og tjente Millioner saavel herved som ved den Procent, andre Symaskinfabrikanter betalte. En enkelt-traadet Maskine blev først udtænkt af Morey og Johnson og senere forbedret af Gibbs. Der findes nu flere forskjellige saavel enkelt- som dobbelt-traadede Maskiner, der skiller sig mere eller mindre i sin Konstruktion. Mest bekjendt er de, der leveres af de store amerikanske Fabriker: Singer & Co., Wheeler & Wilson, Elias Howe, Grover & Baker og Wilcox & Gibbs, samt Wanger & Co. i Kanada. Endvidere findes i England, men især i Tydskland en hel Del store Fabriker, der leverer ypperlige Maskiner efter de samme, eller i al Fald lidet forskjellige Principer.

De allerfleste af disse Fabriker anvender som Howes første Maskine en Skyttel og en Naal med Øie nær Spidsen, Wheeler & Wilson bruger en eiendommelig skrueformet Griber, der dreier sig rundt, og Grover & Baker en egen krumbøiet Naal istedetfor Skytlen; Wilcox & Gibbs leverer enkelt-traadede Maskiner. En Del af dem er indrettede blot til at sættes i Bevægelse ved Hjælp af Trædning med Foden, men de fleste er saaledes udførte, at man kan dreie dem med Haanden eller, om man vil, ogsaa forbinde dem med en Trædeindretning. Vi skal se lidt nøiere paa, hvordan enkelte af disse Maskiner er indrettede og virker.

Den enkelt-traadede Maskine er den simpleste og derfor billigste, men ogsaa den, der leverer det daarligste Arbeide; saasnart Traaden i en saadan Søm brister, gaar en hel Del Sting op. Hvor der derfor er Tale om at faa en stærk og varig Søm, bør saadanne Maskiner ikke anvendes; ofte kan jo dog en saadan løslig Søm være tilstrækkelig, og skal Sømmen snart igjen sprættes op, er den Slags Maskiner paa sin Plads. Stingene frembringes her paa den Maade, at saasnart Naalen, der her som paa de andre Maskiner har sit Øie, hvorigjennem Traaden er stukket, nær Spidsen, har gaaet gjennem Tøiet og videre saa langt nedover, at Øiet ogsaa er kommet nogle Linier nedenfor dette, saa griber ved Naalens Opgang, hvorved der danner sig en liden Løkke paa Traaden, en Hage ind i denne og fastholder Traaden, medens Maskinen fører Tøiet et Sting videre frem. Naar Naalen nu næste Gang gaar ned, saa er Stillingen saadan, at den maa gaa tversigjennem Traadløkken, som Hagen

nu slipper for at fatte den nye Løkke, som paa denne Maade trædes gjennem den forrige. Paa Oversiden bliver Sømmen en Stikningssøm, medens den paa Undersiden bliver en Art Kjedesøm. Traaden ligger dobbelt under, og der gaar derfor ikke lidet mere Traad til end ved de dobbelttraadede Maskiner, som i Regelen leverer Stikningssøm saavel over som under.

Maskine med Skyttel. I Fig. 214 er givet en Afbildning af Maskinens vigtigste Dele. a er Naalestangen, hvori Naalen b ved en Skrue bliver befæstet; ved Hjælp af Excentriker og Vægtarme sættes denne Stang under Svinghjulets Omdreining i op- og nedgaaende Bevægelse, hvorved altsaa Naalen fører Overtraaden gjennem Tøiet, der hviler paa den med et Hul lige under Naalen gjennemborede Dækplade, og derpaa atter ved sin Opgang strammer den. For at ikke Traaden skal slides for meget imod Pladen er Naalen paalangs forsynet med et Indsnit, hvori Traaden falder ind. Stangen h med Trykfodpladen i tjener til ved en Spiralfjær at trykke Tøiet ned imod det taggede Jernstykke ee, Fremmaderen eller Transportøren, der tjener til at flytte Tøiet ét Sting frem for hvert Slag af Naalen. Denne Fremflytning iværksættes ved en Dobbelteccentrik, der baade hæver Transportøren lidt op, saa at den griber fat i Tøiet, og desuden noget fremad. Ved Hjælp af en Stilleskrue kan man formindske eller forøge Transportørens Bevægelse, eller altsaa efter Behag regulere Stingenes Længde. Overtraaden ff haves paa en Snelle, der sættes nedom en paa Maskinens faste Overdel fæstet Stift, og gaar herfra gjennem nogle smaa Klemmer eller lignende Indretninger for at faa den nødvendige Stramning.

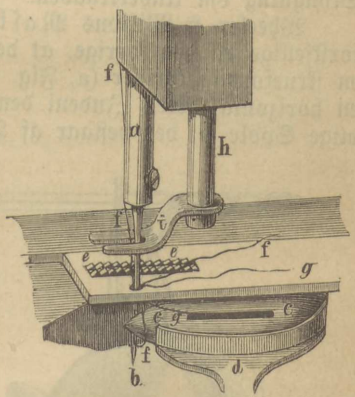

Fig. 214. Dobbelttraadet Maskine med Skyttel.

Skyttelen cc sees i Fig. 215 fra den indre, flade Side. Man ser her tillige den i dens Indre anbragte Spole a med Undertraaden, hvis Spænding reguleres ved at trædes gjennem færre eller flere af de smaa Huller i Laaget b, der kan slaaes ned i Skyttelen. Paa Fig. 214 sees, hvordan denne Skyttel er anbragt; den ligger løs i Indfatningen d, saa at Overtraadens Løkke uhindret kan passere om den; den ligger med den flade Side indad, og Spalten, hvorigjennem Undertraaden g føres frem, opad.

Man kan let af Tegningen se, hvordan Maskinen virker. Naalen med Overtraaden skyder ned et Stykke under Skyttelen, som da er noget tilhøire for Naalen. Idet nu denne atter gaar op, saa danner Overtraaden en Løkke, hvori Spidsen af Skyttelen, som af Armen d føres tilvenstre, trænger ind; efterhvert som Skyttelen bevæger sig længer mod venstre, passerer Traaden omkring den indtil dens bagerste afrundede Ende, hvor den slippes. Den har saaledes dannet en Slyngning omkring Undertraaden g, som gaar op gjennem det samme Hul i Dækpladen som Naalen med Overtraaden; idet nu Naalsarmen føres videre opover, trækkes Overtraadens Løkke fast om g. Der dannes paa denne Maade en Søm, hvori den ene Traad stadig ligger under, den anden stadig over Tøiet og midt i dette forbunden med Overtraadens Slyngning om Undertraaden.

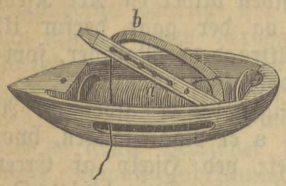

Fig. 215. Skyttel med Spole.

Wheeler & Wilsons Maskiner med Griber er kun deri forskjellige fra den forrige, at de ingen Skyttel har, men derimod en skrueformig Griber (a, Fig. 216), der dreier sig rundt om en horizontal Axe. Indeni denne Griber lægges den lindseformige Spole b, der bestaar af 2 flade Staalskaaler, der vender sin hule Flade mod hinanden, og imellem hvilke Undertraaden er oprullet. Naar Naalen n som ved de forrige Maskiner under sin Opgang har dannet en Løkke paa Overtraaden c, trænger Griberens Spidse ind i denne; under den videre Omdreining følger Traaden Griberens indre Side og kommer derved til at passere henad en Del af Spolens Yderkant. Da videre Griberen er skrueformig, fører den Traaden om paa den anden Side af Spolen, og idet den, naar den har dreiet sig omtrent en halv Gang rundt, slipper Traaden, har denne saaledes dannet en Løkke om Undertraaden d. Ved Naalens næste Opgang trækkes denne til, og man faar derved frem omtrent samme Søm som ved Skyttelmaskinerne, kun bliver Undertraaden noget løsere, og Sømmen i det hele altsaa heller ikke saa fast, hvorfor den mest egner sig for Linnedsøm.

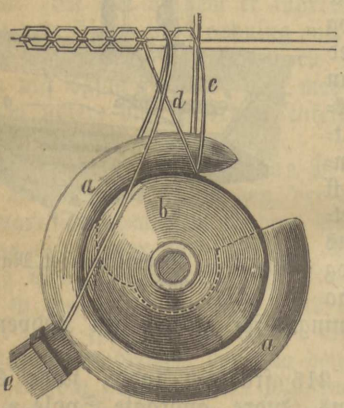

Fig. 216. Griber og Spole for dobbelt-traadet Maskine.

e er en liden Børste, der tjener til at holde igjen Overtraaden, indtil den drages til.

Grover & Bakers Maskine har en noget anderledes indrettet Griber. Denne er i Form af en tyk, krumbøiet Naal, forsynet med et Øie nær Spidsen og et andet nær Naalens Befæstelsespunkt ved dens anden Ende. Gjennem disse to Huller trædes Undertraaden, som lægger sig i en paa Naalen værende Længdefure. Spidsen griber med sin Traad ind i Overtraadens Løkke; Naalen dreier først omtrent $^3/_4$ Omgang frem og derpaa lige langt tilbage, hvorved faaes en fra de forrige noget forskjellig Søm.

For Søm i Skind og Seildug benyttes Skjærenaale, der ser ud som en tveegget Syl. Man har ogsaa egne Maskiner til Knaphulsøm, ligesom der i den senere Tid endogsaa anvendes egne Maskiner til Broderi, der dog kun kan bruges ved Mønstre, der bestaar af simple og stadig sig gjentagende Figurer, men arbeider da ogsaa 15—20 Gange saa hurtigt som ved Haandarbeide.