

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*

MATERIALPRØVNINGENS UDVIKLING

TALE VED AARSFESTEN DEN 29^{DE} JANUAR 1908

AF

H. I. HANNOVER



*10.1
Som af*

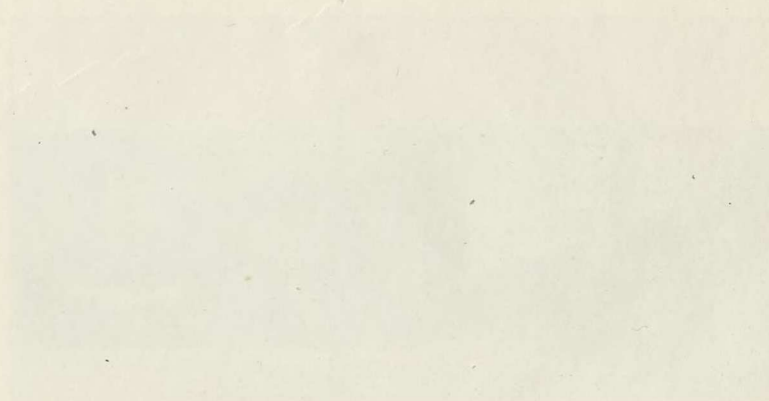


DEN POLYTEKNISKE TIDSSKRIFT

MATERIALPRØVNINGEN UDVIKLING

AF DR. PHIL. HENRIK VILHELMSEN, Lektor i Teknisk Fysik

1. HESTEN



1894

620.1 gl
Sm

DANMARKS TEKNISKE VIDENCENTER
& BIBLIOTEK



300009472216

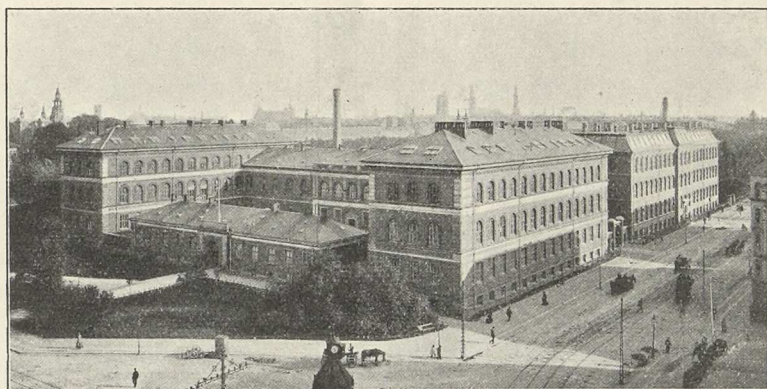
DEN POLYTEKNISKE LÆREANSTALT

MATERIALPRØVNINGENS UDVIKLING

TALE VED AARSFESTEN DEN 29^{DE} JANUAR 1908

AF

H. I. HANNOVER



MED 63 FIGURER

KØBENHAVN

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

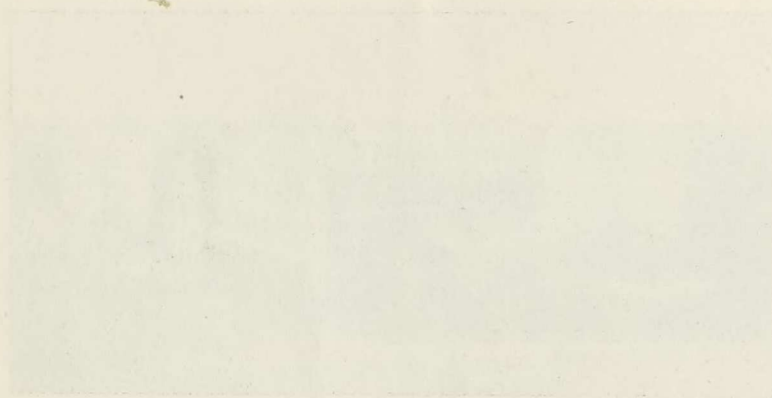
1908

NEW YORK: THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY

MATERIALS FOR THE STUDY OF UDVIGLUND

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY, ASTOR LENOX AND TILDEN FOUNDATIONS

U. S. DEPARTMENT OF THE INTERIOR



AND TO THE PUBLIC

WASHINGTON, D. C.

1900

Ved Studiet her paa Lærestalden er der kun ringe Tid til at kaste Blikke! tilbage paa den historiske Udvikling. I de forskellige Forelæsninger nævnes naturligvis rundt omkring Navnene paa de vigtigste Forskere, saa at disse Navne bliver kendte, men Rækkefølgen, hvori de virkede, maa ofte staa uklar, og der er ikke Tid til at gøre Rede for, hvor langt Forskningen var naaet frem, da disse Forskere traadte til og gav Videnskaben ny Stød fremad. Det synes mig derfor, at der er god Anledning til ved en festlig Lejlighed som denne, hvor navnlig de unge Kandidater er møtte af Studium, da ikke at søge endnu at give dem en ekstra Dosis med paa Vejen i sidste Øjeblik, men snarere at benytte Anledningen til et roligt Tilbageblik paa allerede betraadte Veje, saaledes som det da ogsaa gentagne Gange er sket ved den aarlige Afslutningsfest her.

Naar jeg til Emne har valgt Materialprøvnings Udvikling, er det, fordi denne maa have en særlig Interesse for mig, der har haft Lejlighed til paa nært Hold at følge den i den sidste halve Snes Aar. Jeg ved vel, at Emnet er rigelig stort, for at kunne udtømmes blot nogenlunde i den korte Tid, der staar til Raadighed her, men jeg skal søge at begrænse mig paa forskellig Maade og navnlig kun kort komme ind paa de sidste 100 Aars Udvikling, som jo nemlig er Dem mest bekendt.

Materialprøvningen er egentlig begyndt den første Dag, da et Menneske undersøgte et eller andet Materiale i en eller anden Retning, f. Eks. søgte at ridse et Stykke Træ med en skarp Sten, eller søgte at brække en Gren over sit Knæ. Den skriver sig saaledes fra Menneskehedens Barndom. Men denne halvt ubevidste Materialprøvning regner vi ikke med til Materialprøvningen som Videnskab. For at forstaa, hvorledes den videnskabelige Materialprøvning efterhaanden fremstod, maa vi først høre lidt om, hvorledes Brugen af Materialierne, og da navnlig til Bygningsbrug, har udviklet sig.

I. Udviklingen af Materialiernes Anvendelse.

Fra Menneskehedens Begyndelse brugtes til Bygningsværker naturligvis de Materialier i deres naturlige Tilstand, som man først mødte paa sin Vej og fandt lettest

*) Som Grundlag for denne Tale har jeg i stor Udstrækning benyttet et Foredrag af den udmærkede, franske Ingeniør Ch. Fremont ved den internationale Materialprøvningskongres i Paris 1900 samt M. Rühlmanns fortræffelige: Vorträge über Geschichte der technischen Mechanik, Leipzig 1885, men desuden spredte Oplysninger andetsteds fra. Ved Trykningen af Talen har jeg hist og her noget suppleret den, navnlig forsynet den med en Mængde Afbildninger. Hvad disse angaar, har Ingeniør Fremont med største Beredvillighed stillet Clicheerne til Fig. 1—Fig. 41, 43 og 44 samt Fig. 50 til Raadighed, og Ingeniør Otto Tingberg i Stockholm godhedsfuldt fremskaffet Clicheerne til Fig. 42, 61 og 62. De øvrige Afbildninger skyldes Originalfotografier, jeg har modtaget fra de paagældende Forskere, undtagen Fig. 51, 54 og 59, der hidrøre fra forskellige Tidsskrifter.

anvendelige. De første Konstruktioner var derfor af Træ.

Førend Grækerne kom ind paa at bruge Marmor og andre Bygningssten i deres Bygninger, byggede de Tømmerkonstruktioner, og naar de tog deres Tilflugt til mere varige Materialier, indskrænkede de sig til en simpel Efterligning af de Former og Elementer, som passede til Træ-Bygningsværkerne, og som dér syntes at være de eneste brugelige. De kunde imidlertid godt se, hvor urimeligt dette var, og gjorde f. Eks. deres bedste, for at man ikke skulde se Antallet af Sten, som de brugte for at erstatte den Bjælke, der dannede den saakaldte Architrav, og som hvilede paa Søjlerne og udgjorde den nederste Del af Gesimsen. Hos Romerne ser man derimod Stenen forlade sin lodrette Stilling og optræde i Hvelvinger. Efterhaanden lærte man bedre at udnytte Stenenes Styrke, saa at Bygningsværkerne blev lettere. Medens hos de gamle Ægyptere Søjlerne var 5 à 6 Gange saa høje som tykke, blev Grækernes joniske og korinthiske Søjler indtil 9 Gange saa høje, og Romerne gjorde dem endnu højere og Bygningerne lettere. Men det var først henimod det romerske Kejserdømmes Decadence, under Constantins Regering, at Bygmestre, der manglede Smag, og hvis Fortjeneste indskrænkede sig til at tage de Søjler og Marmorstykker i Brug, som de plyndrede de skønne, antike Bygninger for, drev Dristigheden og Letheden i Bygningsværkerne saa vidt som muligt, idet de lod isolerede Søjler bære Mure af en anseelig Styrke og Tagværker af Tømmer med tunge Tagsten. Romerne gjorde i øvrigt ogsaa Brug af Metal i Stedet for Træ i deres Bygninger.

Hvis man ser paa de store Murtykkelser, de gamle anvendte i deres Bygningers Støttepunkter, skulde man tro, at de kun har haft ringe Ide om Styrken af de Materialier, som de anvendte. Naar man dermed sammenligner, hvorledes Middelalderens Arkitekter undertiden lod høje og tynde Søjler bære meget betydelige Murmasser, skulde man paa den anden Side tro, at de havde studeret Stenenes Bæreevne. Men man har intet Spor af, at de har gjort Undersøgelser i den Retning.

II. Beregningsformlernes Udvikling.

GALILEI (Fig. 1). som i det 17de Aarhundrede grundlagde den moderne Fysik, er den første, som har forsøgt at anvende Mekanikkens Love paa de faste Stoffers Modstandsevne. Det var, da han besøgte Arsenalet i Venedig, hvor han i de forskellige Værksteder saa de Maskiner, man konstruerede, at han gav sig til at tænke over denne Modstandsevne.

Galilei indsaa naturligvis let, at naar en Cylinder var ophængt lodret, virkede den til at trække sig selv over paa det svageste Sted. Naar man gjorde dens Tværsnit større, kunde det bære mere, men Cylinderens Vægt blev lige saa mange Gange større. Galilei fandt ud af, at man derfor kunde angive Kobbertraads Styrke efter den Længde af Kobbertraad af samme Tykkelse, som den kunde bære.

Man har her egentlig allerede det i forrige Aarhundrede af Hartig indførte Begreb: Bristningslængde, som med saa stor Nytte bruges for Garn og Papir, o: Stoffer, hvis Tykkelse ikke kan maales med Nøjagtig-

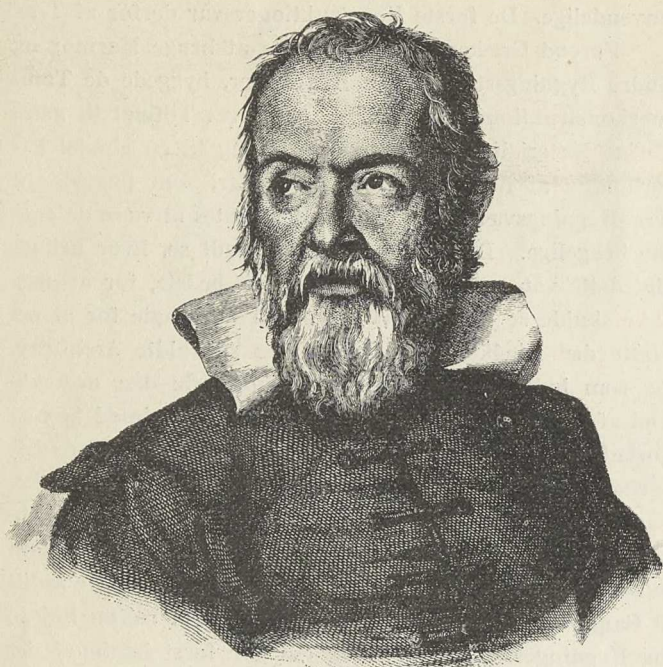


Fig. 1. Galilei, født i Pisa d. 18. Febr. 1564, død i Florens 1642.

hed, saa at man ikke kan angive Styrken i kg pr. m² Tværnsnit, men derimod vel i Bristningslængde.

Galilei saa videre*), at en Cylinder vilde blive paa-virket ganske anderledes, hvis den anbragtes vandret med den ene Ende inde i en Mur. Galileis Betragtning var følgende: Den Kraft, der virkede til at brække Cylinde-ren, var dens Vægt, som man kunde tænke sig virkende i Cylinderens Tyngdepunkt, og de Kræfter, der virkede imod, at Cylinderen brækkede, ved at den udragende Del af den drejede sig om det nederste Punkt af dens Tvær-snit i Murens Flade, kunde man tænke sig ensformig fordelt over dette Tværnsnit, altsaa virkende i Tværnsnit-tets Centrum. Galilei fandt, skønt der jo er Fejl i den Beregning, han saaledes opstillede, derved ud af, at fordi en tynd Bjælke kunde stikke ud fra en Mur og bære sig uden at bryde, kunde man ikke være sikker paa, at en dermed ligedannet, tyk Bjælke kunde gøre det, thi den vilde faa en større Paavirkning i nævnte Tværnsnit. Dette vilde den faa, dels fordi den vejede mere, da den var længere og tykkere, og dels fordi dens Vægt virkede længere fra Muren, og herpaa kunde det langtfra bøde, at dens Tvær-snit i Muren var større. Galilei havde i flere Aar spekuleret over, hvorfor en Maskine lavet i stor Maalestok ikke altid kunde holde, naar en lignende, lille Maskine kunde gøre det. Man havde hidtil alene tilskrevet tilfældige Ufuld-kommenheder i Udførelsen af den større Maskine, at For-holdet var saaledes, men nu havde Galilei fundet en Løs-ning paa Gaaden, og dermed grundlagde Galilei en helt ny Videnskab.

Galilei fandt nu let, at en rektangulær Bjælke var stærkere, naar den laa paa Højkant end paa Fladen, at

Bjælker, der var indspændte ved den ene Ende, eller hvilede paa to Understøttelser, kunde bære Vægte, der var proportionale med Bjælkernes Bredde, med 2den Potens af deres Højde og omvendt proportionale med deres Længde, at hule Cyindre som Knogler, Fjer, Stok-ke og Græsstraa stod sig bedre mod Bøjning, end hvis de havde været massive med samme Volumen. Galilei gav sig endog til at udregne, hvorledes en Bjælke, der var ind-spændt ved den ene Ende, skulde formes for at indeholde saa lidt Materiale som mulig i de forskellige Tværnsnit, og fandt, at naar Undersiden var vandret, skulde Oversi-den formes efter en Parabel. Den Bjælke med konstant største Fiberspænding, han saaledes kom til, blev som en Stamfader for en hel Slægt af senere Bjælker af denne Art.

Galilei, som døde 77 Aar gammel d. 8de Januar 1642, undlod aldrig at gøre opmærksom paa den prak-tiske Nytte af de Resultater, han kom til, men egen-tlige Materialprøvningsforsøg gjorde han dog ikke. De første af denne Slags synes at skyldes en Sven-sker P. Wurtzius, saaledes som det fremgaar af et Brev til ham i 1657 fra den franske Arkitekt François Blondel, som efter Galilei er den første Skribent om disse Ma-terier.

Galilei var i sin Beregning af, hvor meget en i den ene Ende indspændt Bjælke kunde bære, gaaet ud fra, at den brækkede, uden formedelst Elasticitet først at bøje sig. Mariotte og senere Leibniz (Fig. 2) gjorde imidlertid



Fig. 2. Gottfred Wilhelm Leibniz, født i Leipzig 1646, død i Hannover 1716.

Beregningen om under den Forudsætning, at den først bøjede sig og derved fulgte Hookes i 1678 udtalte Lov »ut tensio sic vis«, der udsagde, at et Legeme strakke sig proportionalt med den Kraft, der strakte det. Mariotte kom ind paa Sagen, ved at Bøjningsforsøg med Stænger af Træ og Glas viste ham, at Galileis Beregning maatte

*) Af Galileis berømteste Værk over Mekanik: Discorsi e dimo-strazioni matematiche, o. s. v., 1638.

være forkert. *Leibniz**) brugte Integralregning til sin Beregning, men skønt *Hooke* allerede havde bemærket, at i en bøjet, elastisk Stang fremkaldes der Reaktion af de

med en underlig Fejlslutning, saa at Resultatet blev forkert, beholdt *Leibniz* fra *Galilei* den fejle Opfattelse, at Bøjningen af Bjælken skete om den nederste Kant i



Fig. 3. Leonhardt Euler, født i Basel 1707, død i St. Petersburg 1783.

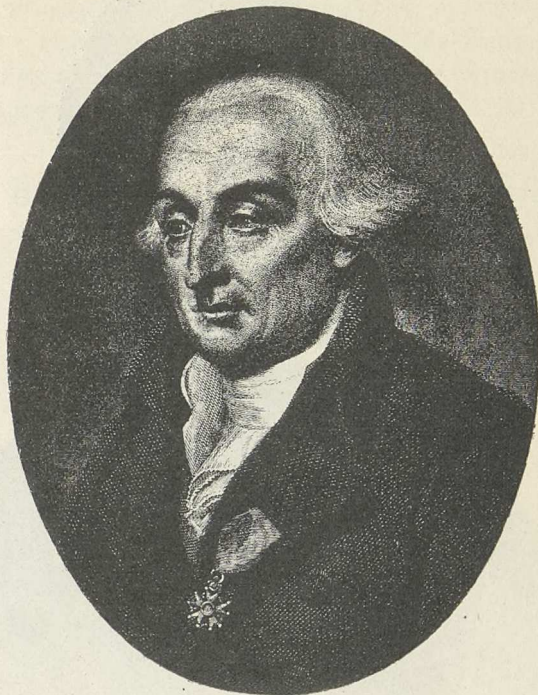


Fig. 4. Joseph Louis Lagrange, født i Turin 1736, død i Paris 1813.



Fig. 5. Pater Mersenne, født i Oizé 1588, død i Paris 1648.

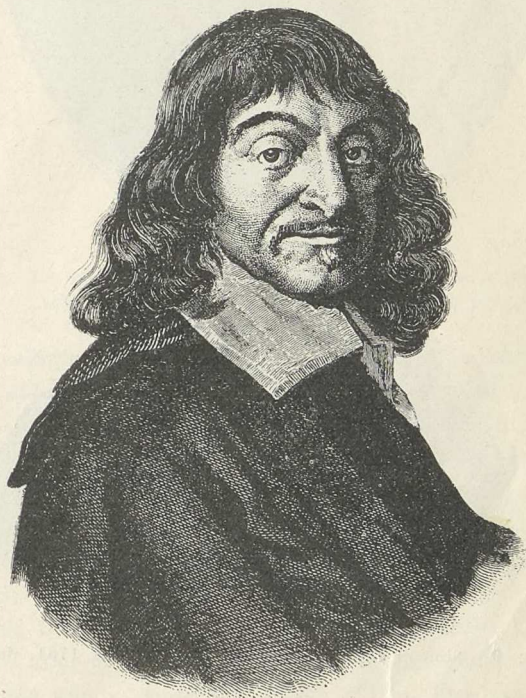


Fig. 6. René Descartes, født i La Haye (Indre-et-Loire) 1596, død i Stockholm 1650.

strakte Fibre paa den Side, der bliver konveks, og af de sammentrykkede paa den Side, der bliver konkav, og skønt *Mariotte* regnede dermed, men forresten uheldigvis

Tværsnittet i Murfladen. Medens *Galilei* havde fundet den Vægt Q , der kunde hænge i en vægtløs Bjælkes fremragende Del i en Afstand l fra Indspændingen, $= \frac{1}{2} k \frac{bh^2}{l}$, fandt *Leibniz* 1684 samme fejle Resultat som *Mariotte*

*) Act. Erud. 1684, S. 385: *Demonstrationes novae de Resistentia solidorum.*

nemlig $Q = \frac{1}{3} k \frac{bh^2}{l}$. Den rigtige Formel $Q = \frac{1}{6} k \frac{bh^2}{l}$, som vi endnu bruger, skyldes *COULOMB* i 1773*), eller rettere en Videnskabsmand *PARENT*, der allerede

Stensøjler kunde bære, og at de vilde gaa i Stykker, idet der opstod en Skridning i dem under 45° .

Naar jeg her har nævnt nogle af de Mænd fra ældre Tid, paa hvis Beregningsmaader den tekniske Mekaniks



Fig. 7. Pierre Simon, Marquis de Laplace, født i Beaumont-en-Auge 1749, død i Paris 1827.



Fig. 8. Jean Baptiste Joseph Fourier, født i Auxerre 1768, død i Paris 1830.



Fig. 9. Siméon Denis Poisson, født i Pithiviers 1781, død i Paris 1840.



Fig. 10. François Pierre Charles Dupin, født i Varzy 1784, død i Paris 1873.

havde meddelt den i 1713, men hvis Arbejde *Coulomb* næppe kendte.

Coulomb fandt ogsaa en Formel for det Tryk, som

* Mémoires des savants étrangers de l'Académie de Paris, 1773. Heri opstiller *Coulomb* ogsaa de analytiske Teorier om Jordtryk mod Beklædningsmure og Læren om Hvælvingers Ligevægt, som endnu danner Grundlaget for vore Hvælvningsteorier.

vigtigste Formler er byggede op, bør jeg endnu anføre *EULER* (Fig. 3), hvis Formler til Søjleberegninger er bekendte, og endvidere den store Matematiker *LAGRANGE* (Fig. 4), den engelske Fysiker *THOMAS YOUNG*, som indførte Begrebet Elasticitetskoefficienten, og flere (Fig. 5—11), der har været Forløbere i det teoretiske og eksperimentale Studium af Materialiernes Modstandsevne, som *NA-*

VIER (Fig. 43) i 1824 satte Kronen paa ved Fremsættelsen af sin Bøjningsformel i sine Forelæsninger ved École des ponts et chaussées*).

Det kunde være interessant at opholde sig ved de berømte Mænds Levnetsløb, som jeg her har nævnt, thi for flere af disse Videnskabens Stormænd forløb Livet ikke ganske dagligdags. F. Eks. blev *Euler*, der var født i Basel, kun 20 Aar gammel kaldt som Adjunkt til Petersborger-Akademiet, og kun 34 Aar gammel begav han sig derfra paa Frederik den Stores Anmodning til Berlin. Frederik den Store, der var midt i den første, schlesiske Krig, rettede i Septbr. 1741 fra Feltlejren ved Reichenbach en egenhændig Velkomstskrivelse til *Euler*, og Kongens Moder modtog paa den fraværende Konges Vegne *Euler* med stor Venlighed. Da *Euler* fra sit Ophold i

Det vilde ikke være vanskeligt, om disse og andre af de nævnte, berømte Videnskabsmænd saaledes ved biografiske Data at gøre Rede for den Rolle, de har spillet, men det tillader jo Tiden ikke her, hvor der er nok at fortælle om selve Emnet: Materialprøvningens Udvikling. Angaaende dette Emne har jeg jo endnu kun gjort Rede for, hvorledes de vigtigste Formler udledes, som maatte bruges ved Materialprøvning af de vigtigste Materialier, men tilbage staar mit Hovedemne: hvorledes efterhaanden Prøvemetoderne udviklede sig.

III. De simpleste Prøvemeters Udvikling.

RÉAUMUR (Fig. 12), der ved sin Formue var sat i Stand til at anvende hele sin Tid paa Forskning og var meget alsidig og maaske noget til Skade for Undersøgelser-

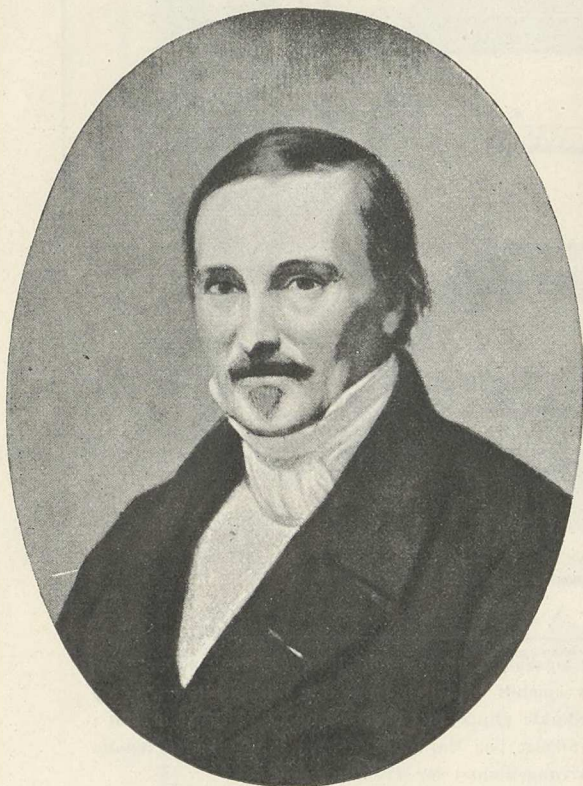


Fig. 11. Jean Victor Poncelet, født i Metz 1788, død i Paris 1867.

Rusland var vant til stor Forsigtighed i sine Ytringer, og Enkedronningen spurgte ham, hvorfor han udtalte sig saa meget i Enstavelsesord, svarede *Euler*: »Jeg kommer fra et Land, hvor man bliver hængt, naar man taler«, — er Bemærkning, der jo desværre endnu i vore Dage ikke er uden Aktualitet. Da *Euler* i 1766 paa Katharina d. 2dens Opfordring vendte tilbage til St. Petersborg, blev *Lagrange* paa *d'Alemberts* Anbefaling hans Afløser. *Lagrange*, som var født i 1736 i Turin, var i en Alder af kun 17 Aar bleven Professor i Matematik ved den kgl. Artilleriskole i Turin, skønt han var yngre end alle sine Elever, og blev altsaa kun 30 Aar gammel af Frederik den Store kaldet til Præsident for Berlinerakademiets matematiske Klasse. Efter Frederik den Stores Død begav *Lagrange* sig til Paris, hvor *Marie Antoinette* modtog ham meget velvilligt, og han fik anvist Bolig i Louvre.

*) Résumé des leçons, o. s. v. 1ste Del, Paris 1826.



Fig. 12. René Antoine Ferchault de Réaumur, født i Rochelle 1683, død paa Godset Bermondière (Maine) 1757.

nes Nøjagtighed studerede Varmemaaling, Varmeledning og Kuldeblandinger, samt Insekternes Naturhistorie og Dannelse af Fiskeskæl og Perler og endvidere Tilvirkning af Porcellæn, studerede ogsaa Jærntilvirkning, og synes at have været den første, der indførte Maalstørrelser i Leveringsbetingelser for Materialier. Han har i sin Bog: *L'Art de convertir le fer forgé en acier*, som offentliggjordes i 1722, og som gav en fuldstændig Beskrivelse af, hvorledes man fremstiller Cementstaal, i 10de Kapitel (S. 295—309) angivet Maader, hvorpaa man kunde kende Staals Fejl og gode Egenskaber, og flere Synspunkter for, hvorledes man kunde sammenligne Staal af forskellig Godhed.

Han bemærker, at Arbejderne kun bedømte Staal efter det ydre Udseende, om der saas Blærer eller Fliser etc., og forresten dannede sig en forudfattet Mening om Staalet efter dets Herkomst, idet det tyske Staal havde Ry for at være det bedste.

Réaumur gav sig f. Eks. til at undersøge Staalets Haardhed ved at prøve at ridse det med Glas, Bjergkrystal, Flintesten, Jaspis, Topas, Diamant. Han undersøgte hær-

Réaumur undersøgte ogsaa, hvor let en Mejsel trængte ind i haardt Staal og haardt Jærn, naar den blev ramt af en Hammer. Hammeren var af den Slags (Fig.

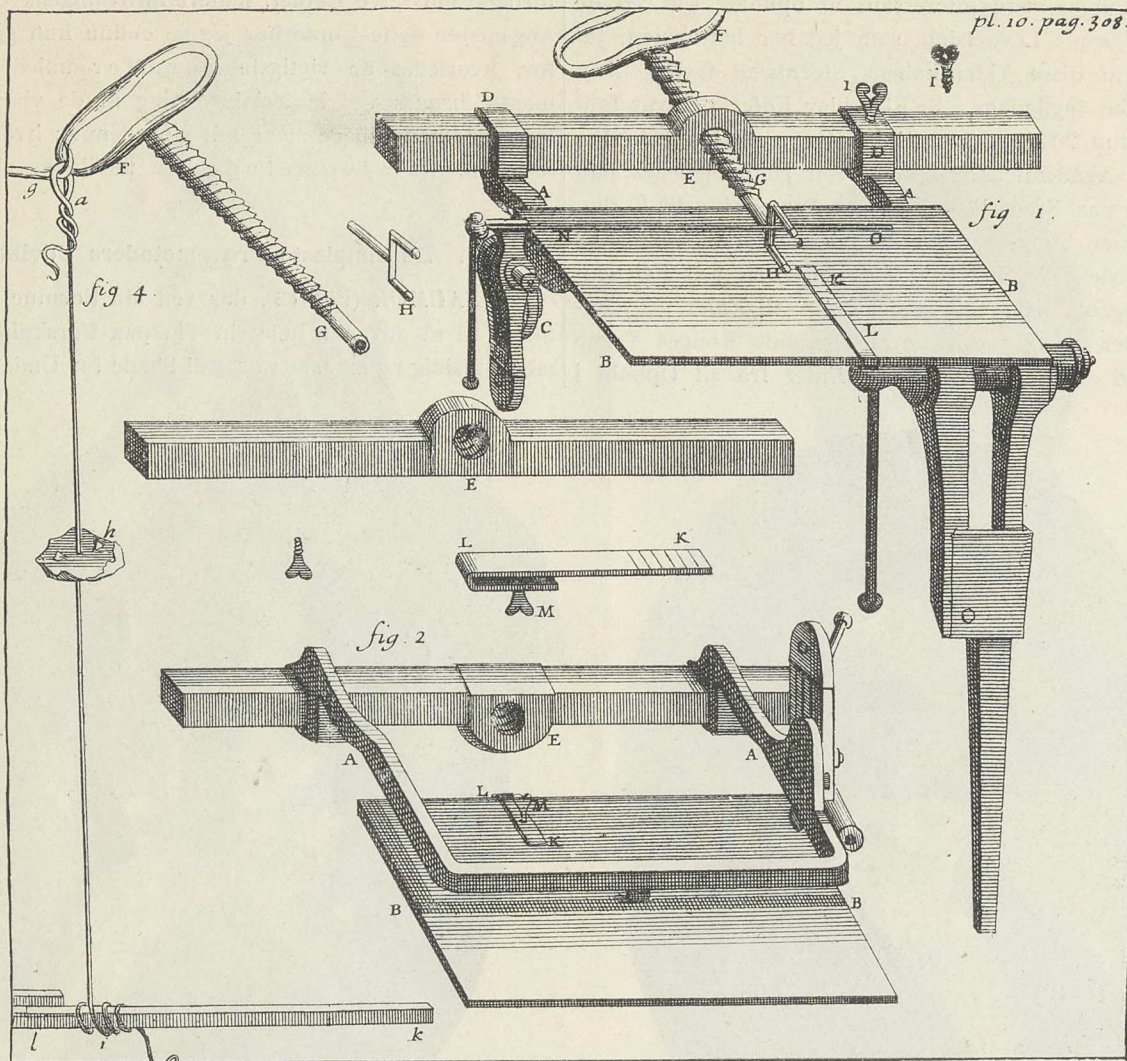


Fig. 13. Maskiner til Prøvning af Staaltraad mod Bøjning og Træk, anvendte af Réaumur 1722. Den hærdede Staaltraad NO, der skulde prøves mod Bøjning, blev spændt med den ene Ende i Skruestikken C, og bøjet ved at skrue Skruen G imod den. For at NO ikke skulde glippe af Skruens Ende, sad der i et Hul i denne en drejelig Stilk, der endte som en Gaffel H. Man aflæste paa Bordpladen, hvor langt Skruen maatte skrues frem før Brud. Tilvenstre ses Arrangementet for Trækforsøg.

det Staaltraads Bøjelighed i et simpelt Apparat, han selv havde konstrueret (Fig. 13).

Réaumur foreslog videre at undersøge Staalets Bøjelighed, ved at bøje det om Ringe eller Cylindre med større eller mindre Radius (Fig. 14).

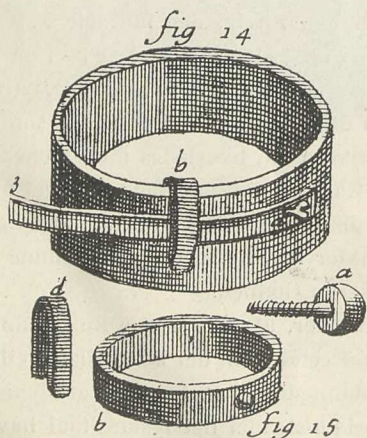


Fig. 14. Ringe til Réaumurs Bøjningsforsøg.

15), der brugtes til at slaa Hoved med paa Knappenaale. Dette er vel det første, kendte Slagforsøg, men tilsigtede altsaa ikke at undersøge et Materiales Skørhed, som Slagforsøg nutildags særlig bruges til.

Réaumur prøvede Staals Homogenitet ved at dreje i det.

Han prøvede Staaltraads Trækstyrke i almindelig og hærdet Tilstand, ved at ophænge Traaden og hænge Vægt i den nederste Ende, indtil Traaden brast, eller ved at paa-virke den gennem en Vægtstang (Fig. 13). Metoden var tarvelig, men god nok til Sammenligning mellem forskellige Staaltraade.

Han saa i Mikroskopet, at Staalets Korn viste sig at bestaa af mindre Dele, som han kaldte Kornenes Molekyler.

Réaumurs Arbejder synes dog kun at være blevne lidet kendte af hans samtidige. Saaledes synes den i Spanien fødte Ingeniør og senere General Bélidor, som i 1737—1753 udgav et stort 4-Binds Værk, det første store Værk om Ingeniør-Mekanik, ikke at have kendt Réaumurs

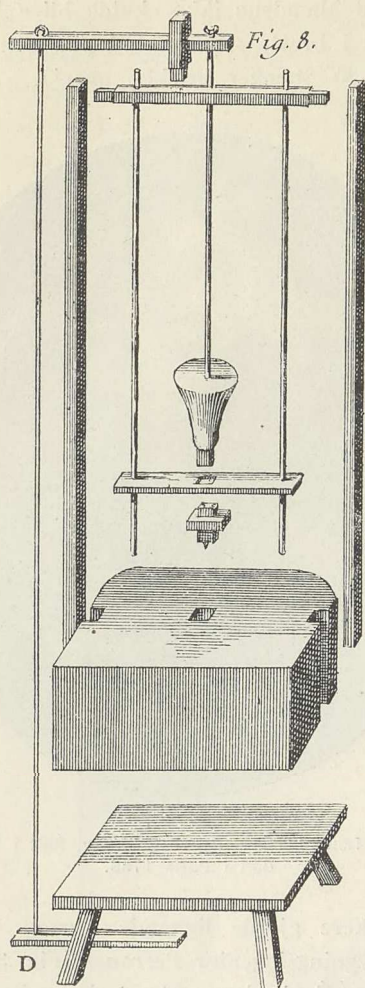


Fig. 15. Faldhammer til Réaumurs Forsøg over en Mejsels Indtrængning.

sindrige Metoder og praktiske Apparater. Bélidor, der i øvrigt er mest bekendt for sine Studier og Forsøg med

Krigsminer og sine Fortjenester af Vandbygningsvæsenet, gjorde selv Bøjningsforsøg med smaa Egehjælker.



Fig. 17. Pieter van Musschenbroek, f. i Leyden 1692, d. i Leyden 1761.

1723 beskrev DECHAMPS en Slags Bismar (Fig. 16), hvormed han kunde prøve, hvormeget Bøsse-Fjedre gav sig for tre forskellige Tryk, saa at de Kommissærer, der skulde efterse Vaaben, kunde sikre sig mod at blive narrede med Hensyn til Fjedrenes Fjederkraft.

Machine pour mesurer la force des Ressorts de Fusils.

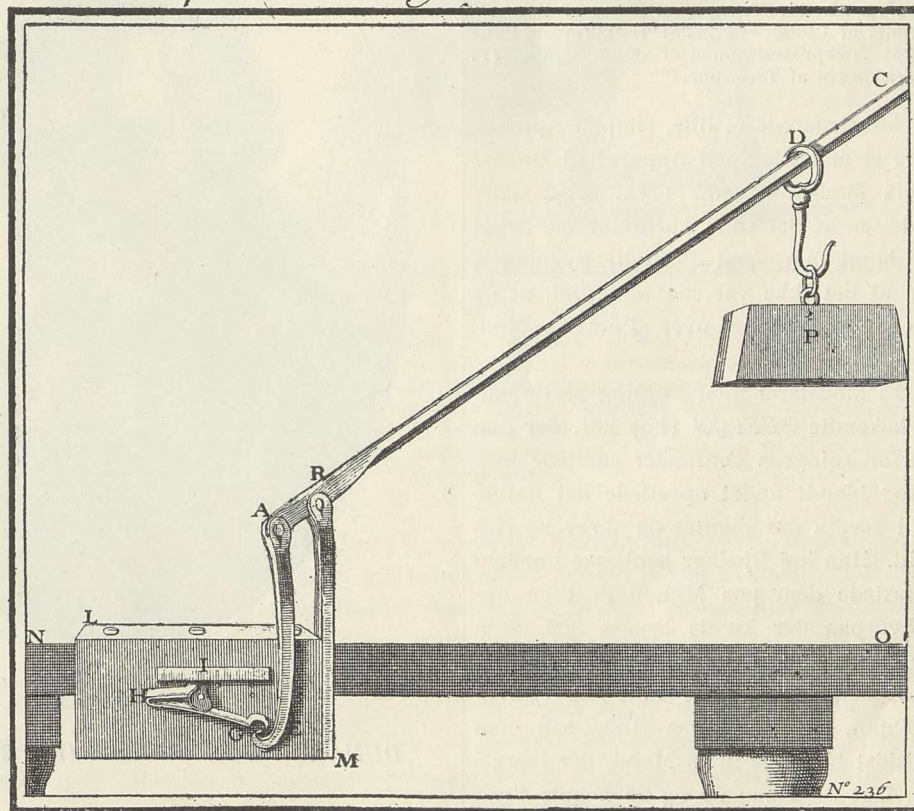
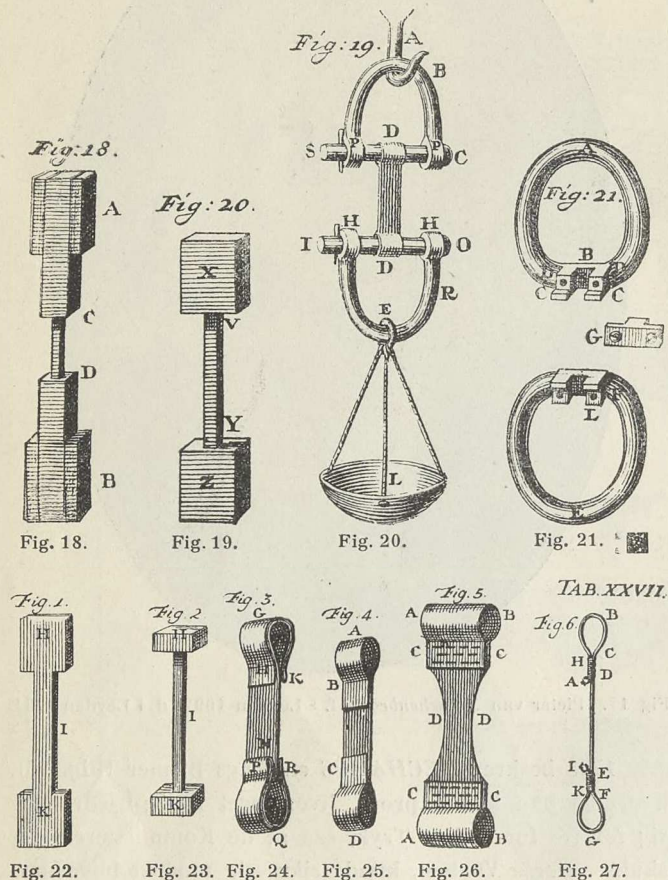


Fig. 16. Maskine til at maale Bøsse-Fjedres Kraft, foreslaet af Deschamps 1723.

Langt større Nøjagtighed end hidtil, anvendte den hollandske Fysiker *MUSSCHENBROEK* i Leyden 1729 paa Trækforsøg, der ganske vist kun gjordes med smaa Prøvelegemer af Træ og Metaller, Uldtøj, Skind, Pergament og Tarmsnor. Hans Apparat var ogsaa en Bismar, og Fig. 18—23 og 24—27 viser Prøvelegemerne.



Indretninger vedrørende *Musschenbroeks* Trækforsøg.

Fig. 18—19: Trækprøvelegemer af Træ. — Fig. 20: Trækforsøg med et Stykke Tøj. — Fig. 21: Indspændingsindretning til Trækforsøg med Træ og Metal. — Fig. 22—23: Trækprøvelegemer af Metal. — Fig. 24: Trækprøvestrimmel af Uldtøj. — Fig. 25: Trækprøvestrimmel af Pergament. — Fig. 26: Trækprøvestrimmel af Skind. — Fig. 27: Trækprøve af Tarmsnor.

Musschenbroek konstruerede et lille, simpelt Apparat til Bøjningsforsøg og et andet simpelt Apparat til Undersøgelse af Træsøjlers Modstand mod Tryk. Paa dette Tidspunkt, i Begyndelsen af det 18de Aarhundrede, brugtes endnu Tømmer langt mere end Jærn til Bygninger, Broer og Skibe, saa at det ikke var saa underligt, at de Lærde især gjorde Undersøgelser over Træets Modstandsevne.

Forsøg over Træs Modstand mod Bøjning bleve saaledes gjorte af den bekendte *BUFFON* (Fig. 28), der paa saa mange af Naturforskningens Omraader samlede indvundne Erfaringer og blandt andet oprettede det naturhistoriske Musæum i Jardin des plantes og skrev en Naturhistorie paa 36 Bd. Han lod Bjælker henlægge imellem to Stilladser og belastede dem paa Midten med en ophængt Vægtskaal, hvorpaa der kunde lægges 300 Sten, som var tilhuggede til at veje 25, 50, 100, 150 og 200 Pund. 8 Mand anbragte Stenene, først midt paa Vægten de store paa 200 Pund, saa dem paa 150, saa dem paa 100 o. s. v. Tilsidst blev der af to Mand, der hang i et Stillads, fra oven lagt Sten paa 50 og 25 Punds Vægt paa. Dette sidst nævnte Stillads var ophængt i Tove i

Luften, for at Mændene ikke skulde blive knuste, naar Bjælken midt i brast. *Buffon* lod paa den Maade 100 Bjælker og 300 Stænger brække over*). Flere andre,



Fig. 28. George Louis Leclerc, Greve af *Buffon*, født i Montbard 1707, død i Paris 1788.

franske Forskere gjorde lignende Forsøg. Den store, franske Brobygningsingeniør *Perronet* (Fig. 35), den første Direktør for *École des ponts et chaussées*, bøjede paa lignende Maade en Jærnstang, dog uden at den brast.



Fig. 29. Henri Louis Duhamel du Monceau, født i Paris 1700, død dér 1782.

DUHAMEL DU MONCEAU (Fig. 29), Generalinspektør i Marindepartementet og især bekendt som

*) *Buffon*: Mémoires de l'Académie des sciences 1740, p. 460.

Plantefysiolog, søgte at udfinde en god Anordning for Bøjningsforsøg med Træ*). Først murede han en Bjælkes ene Ende ind (Fig. 30) og belastede den anden med en Kasse, hvori han kom Vægte. Da Indmuringen gav efter, og Bjælken tog Skade i sit Støttepunkt, gik han over til at befæste Forsøgsstykket paa en Høvlebænk (Fig. 31). Men da Anordningen blandt andet endnu havde den Mangel, at der kom Stødpaavirk-

prøve at brække Jærnstænger paa, som den berømte Matematiker MONGE (Fig. 33) omtaler i sin Afhandling om Kanonstøbning. Monge er som bekendt Skaberen af Deskriptivgeometrien og den nyere, analytiske Geometri og lige udmærket som Matematiker og som Arkæolog, i hvilken Egenskab han sammen med Berthollet fulgte Napoleon paa Ekspeditionen til Ægypten og senere til Syrien. Men Monge var ogsaa stor i andre Retninger.

Transport des Bois Liv V. Pl. XXIII Pag 556.

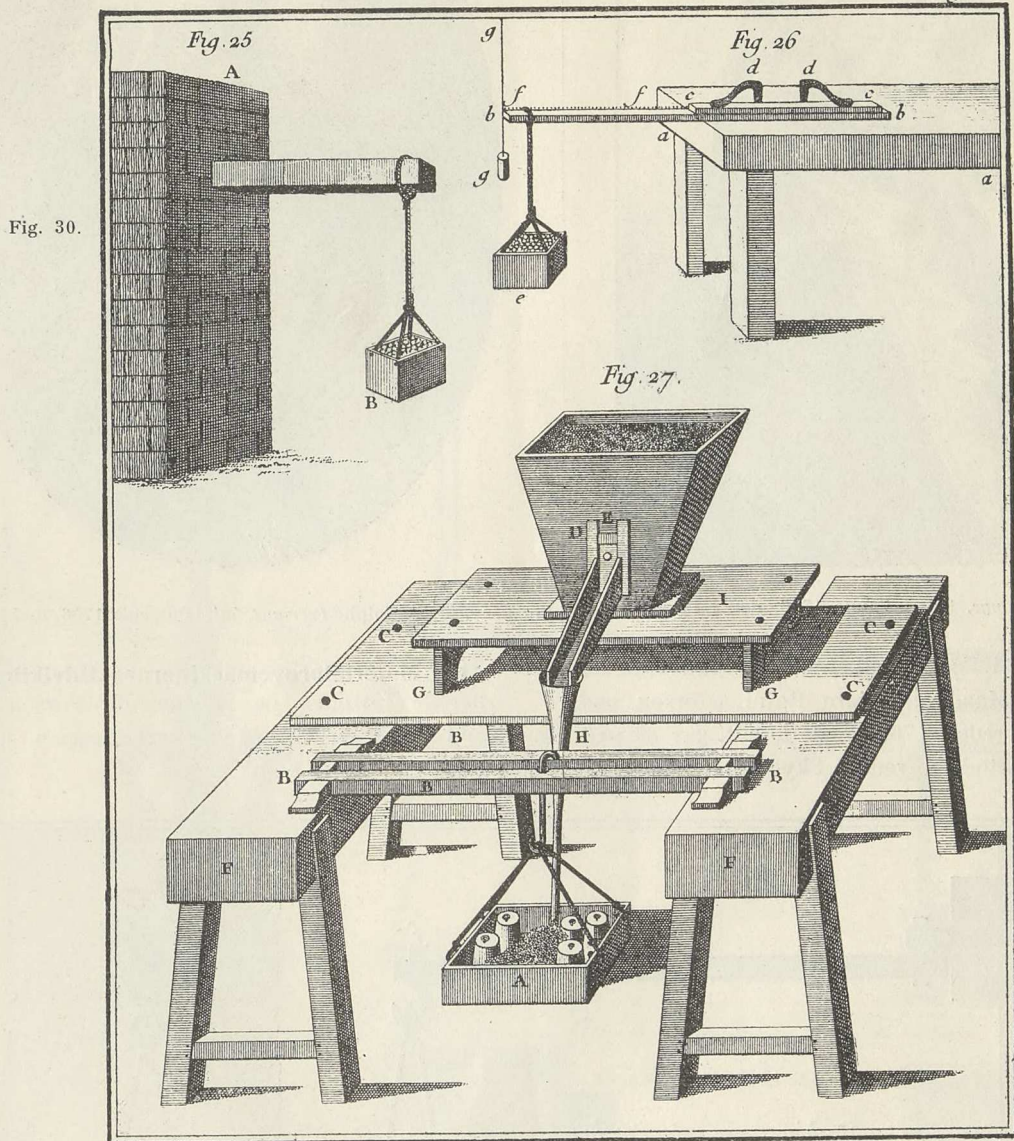


Fig. 32.

Fig. 30: Simpelt Bøjningsforsøg af Duhamel du Monceau. — Fig. 31: Forbedret Bøjningsforsøg af do. Forsøgsstykket *bb* og en derover lagt Liste *cc* er fastklemt paa en Høvlebænk *aa* med to Klemhager *dd*, og dets fri Endes Nedbøjning maales paa en Lodsno *gg* i Forhold til den punkteret viste, vandrette Stang *ff*. — Fig. 32: Yderligere forbedret Bøjningsforsøg af do. Fra Tragten *D* lader man ad en Aabning med Skuddet *E* Hagl løbe til Kassen *A*, som belaster en Bjælke, der er lagt mellem Listerne *BB*, i Forhold til hvilke Bjælkens Nedbøjning maales.

ning, naar en Vægt lagdes i Kassen, fandt han paa at belaste Kassen med Hagl, der strømmede til ad en Tragtfra en Beholder, og udførte Forsøget med en Bjælke, der var understøttet i begge Ender og belastedes paa Midten (Fig. 32).

Jeg nævnte, at Perronet havde gjort et Bøjningsforsøg med en Jærnstang, ved at belaste den paa Midten. I den Forbindelse ligger det nær at nævne en Maade at

Efter Ludvig den 16des Henrettelse, da Konventet udskev 900,000 Mand til Frankrigs Forsvar, manglede Vaaben og Krudt. Monge blev da udnævnt til Direktør for Republikkens Geværfabriker, Kanonstøberier og Krudtmøller, og han udfyldte fortræffelig denne Plads og skrev en Haandbog i Kanonfabrikation*), hvori han anførte, at man forud kunde sikre sig en vis Sejghed hos Støbegodset, naar man undersøgte, hvor meget der skulde til

*) Duhamel du Monceau: Du transport, de la conservation et de la force des bois, 1767.

*) Monge: Description de l'art de fabriquer les canons, Aar II (1793).

at brække et kort Prøvestykke mellem Knivsegge, ved at føje en lang Vægtstangsarm til og virke paa den med en forholdsvis lille Belastning (Fig. 34). Ved denne Metode kunde man nøjes med et meget kort Prøvestykke og med

det uden Tvivl, fordi Ramus og en anden begge tilkrev sig Opfindelsen, og Monge formodentlig ikke vilde opægge til yderligere Strid.

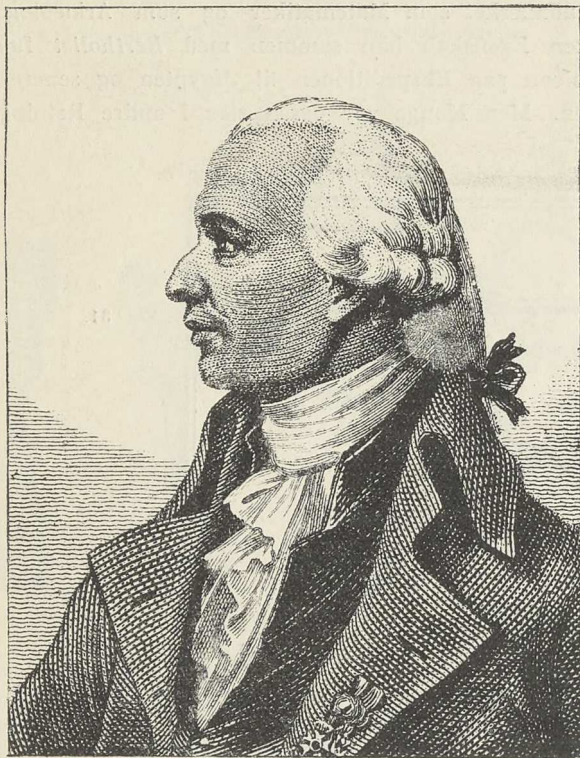


Fig. 33. Gaspard Monge, født i Baune 1746, død i Paris 1818.

en ringe Belastning i Forhold til, hvad der var Tilfældet ved den hittidige Maade at gjøre Bøjningsforsøg paa. Og som Vauban allerede i 1769 havde udtalt, gav de sædvanlig som Prøvemethode anvendte Skydeforsøg Geværlø-



Fig. 35. Jean Rodolphe Perronet, født i Suresnes 1708, død i Paris 1794.

IV. Materialprøvemaskinernes Udvikling.

Allerede forinden de sidstnævnte Forsøg var der imidlertid konstrueret store og stærke, egentlige Materialprøvemaskiner.

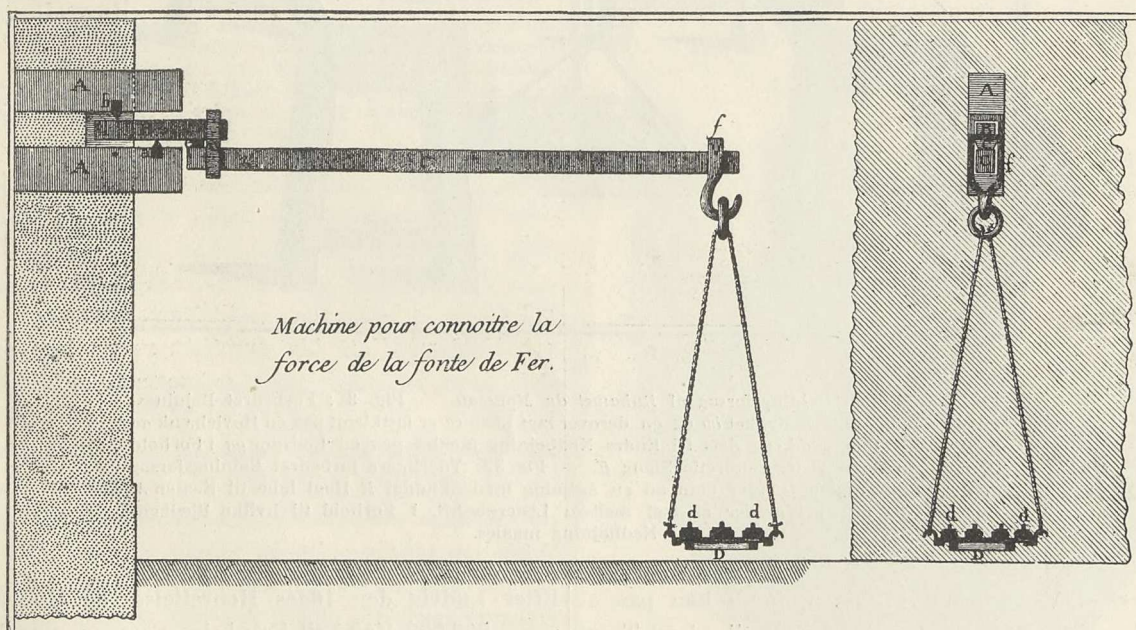


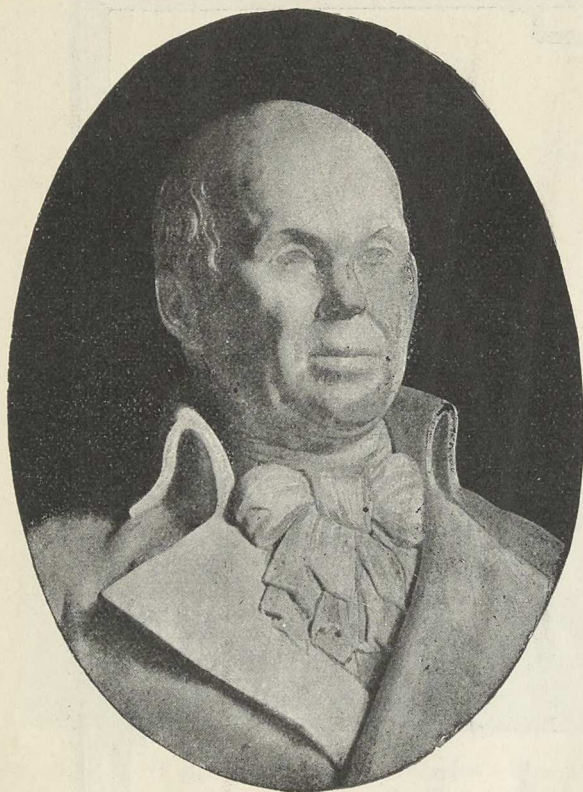
Fig. 34. Apparat til Bøjningsprøve, almindelig tilskrevet Monge, men opfundet 1790 af Ramus, Direktør for Creusot.

bene en Tendens til at revne. Det var jo derfor heldigt at kunne prøve Materialet af en Kanon ogsaa paa anden og ufarlig Maade.

Den nævnte, ny Maade at udføre en Bøjningsprøve paa, skyldes imidlertid ikke Monge, men Direktøren for Creusot, Ramus, og naar Monge ikke omtaler dette, er

I 1758 konstruerede PERRONET (Fig. 35), da han begyndte at beskæftige sig med Planerne til Neuilly-Broen, en stor Vægtstangsmaskine (Fig. 36), som havde én til en Mur hængslet Vægtstang, der bærer en Vægtskaal, saa at han nær Muren under Vægtstangen kunde knuse Sten med indtil 18,650 kgs Tryk. Vægtstangen kunde gøres

nende Maskine, eller Perronet er Ophavsmand til Maskiner af denne Art. Med en saadan Maskine blev der gjort Forsøg over Stenene til Kirken St. Geneviève i Paris, det nuværende Panthéon, da der blev yttret Tvivl om, at



[Fig. 37. Émilien Marie Gauthey, født i Chalon-sur-Saône 1732, død i Provence 1806.]

Søjler og Murværk kunde bære Kuppelen. Størstedelen af Forsøgene blev gjort af Rondelet, der efter Soufflot overtog Bygningen af Panthéon.

RONDELET (Fig. 38) opdagede, at der var slemme Fejl ved denne Maskine, nemlig navnlig, at Vægtstangen, naar Bruddet for en trykket Sten eller strakt Metalstang indtraadte, ikke trykkede mere i ganske lodret Retning. Han fandt da i 1887 paa at udføre Trykket eller Trækket med en Skrue og blot bruge Vægtstangen med dens Belastning til at maale Trykkets eller Trækkets Størrelse (Fig. 39).

Herved var man naaet til den nu klassiske Form for Provemaskine, hvor en af Provestykkets Ender forbindes med Kraftkilden, den anden med Kraftmaaleapparatet. Maskinen blev installeret i en af nævnte Kirkes Vestibuler og brugt til mangfoldige Forsøg med dens Bygningsmaterialier.

Det næste Fremskridt skyldes GIRARD (Fig. 40), den bekendte, franske Vandbygningsingeniør, som i 1798 ligesom Monge og Berthollet var en af de videnskabelige Deltagere i Napoleons Ekspedition til Ægypten, hvor han gjorde Undersøgelser vedrørende Nilen, og som forinden, nemlig i Aar II (1793), kom til at eksperimentere med en stor Maskine i Havres Havn til 100,000 kgs Tryk*). Han siger, at Forsøg hidtil have gaaet ud paa at finde, naar Brud sker, men at det i de fleste Konstruktioner kommer an paa, at Bygningskonstruktionernes Dele ikke giver sig saa meget ud fra deres Stillinger, at de ikke bevarer deres

bestemte Stilling i Forhold til hinanden. Han fandt derved paa med et af ham opfundet Elasticimeter at studere Deformationen af et sammenpresset Forsøgsstykke.

Den nævnte store Maskine (Fig. 41), i hvilken Girard anvendte sit Elasticimeter, var konstrueret og opstillet af Lamblardie Aaret forud.

I øvrigt finder man allerede i Diderot og d'Alemberts Encyclopædi fra 1770 et Elasticimeter eller Apparat, der kunde vise smaa Deformationer i forøget Maalestok.

Vi ere nu naaede til Aar 1800, og fra da af begynder Materialprøvningens Udvikling at tage ret livlig fat, saa at jeg nu kun kan følge den i meget store Træk. 1796 havde den bekendte, engelske Mekaniker *Bramah* opfundet den hydrauliske Presse. I 1813 blev den anvendt i England til at udøve Trækket i en Maskine til Prøvning af Kabler. I 1826 lod den svenske Assessor *P. LAGERHJELM* (Fig. 42) i Stockholm anstille sammenlignende Forsøg mellem udsmedede og valsede Jærnstænger med en Maskine opfundet af Hammerskjöld. Undersøgelserne bleve i 1827 offentliggjorte i Jernkontorets *Annaler*.

Den store franske Ingeniør *NAVIER* (Fig. 43), Grundlæggeren af vore Dages videnskabelige Elasticitetslære og af Bygningsmekaniken, foreskrev, da han konstruerede sin Hængebro »pont des Invalides« i 1825 i Paris, at alle Kæder og Trækstænger skulde taale 18 kg pr. mm². Det drejede sig om 4000 Prøver, hvor Kæderne og de krumme Stænger skulde prøves for et Træk af 60 à 70,000 kg. Navier konstruerede hertil en særlig bekvem Maskine.

Det var med denne Bro, at Navier oplevede den Ulykke, at Natten til den 7de September 1826, endnu før Broen var færdig, en af Landpillerne gav sig til at vige



Fig. 38. Jean Baptiste Rondelet, født i Lyon 1734, død i Paris 1829.

ud, og at formedelst dette og andre Uheld hele Broen maatte rives ned igen. I al Fald fra mange Sider fremkaldte denne Begivenhed en falsk Dom om Navier, indtil *PRONY* (Fig. 44) havde godtgjort, hvorledes det skete kun var et af de alvorlige Tilfælde, som Ingeniørerne ofte stode paa i de store Arbejder.

*) Girard: *Traité analytique de la résistance des solides*, 1798, p. 121.

Trækforsøg blev imidlertid her og fremdeles som Regel gjort med færdige Stykker: Kædeled, Trækstænger, Ankere o. s. v., der underkastedes en bestemt Belastning, uden at man bekymrede sig om, hvorvidt disse Stykker kunde taale noget mere eller meget mere. Kun

Bøjningsforsøg, som f. Eks. Swedenborg*) beskriver, at Købmændene gjorde, naar de købte svensk Jern.

Det er først efter 1860, at Trækprøver med Prøvestænger blev almindelige ved Leverancer. Henad 1858 overdrog nemlig nogle engelske

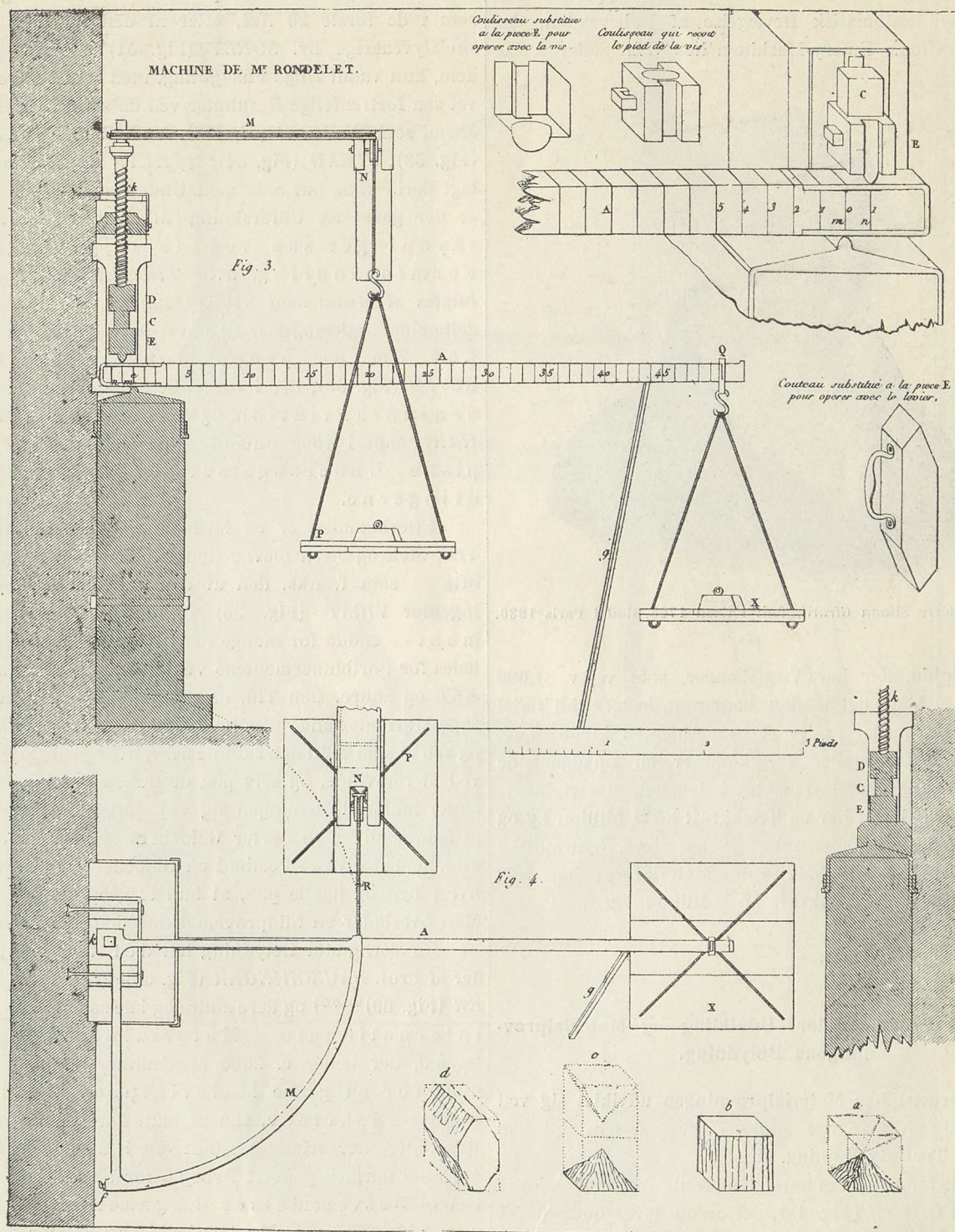


Fig. 39. Rondelets Materialprøvemaskine af 1787.

Trykket udøves af Skruen k, ved at der paa dens øverste Ende er anbragt en Kvadrant M, hvortil er fæstet et Tov R, der gaar over en Tridse N og bærer Vægtskaalen P.

undtagelsesvis blev Trækforsøg gjort med Prøvestænger, nemlig naar man ved Forsøg ønskede at fastslaa, hvilken Modstandsevne man som Gennemsnit kunde paaregne af et Materiale. Derimod blev der fremdeles ikke gjort Trækforsøg for at fastslaa leverede Materialiers Kvalitet med Hensyn til Styrke og Sejghed, men man gjorde Slagforsøg med Aksler og Lavetter m. m. og

Konstruktører, som havde faaet store Bestillinger paa Marinekedler med højt Tryk, til DAVID KIRKALDY at gøre en Mængde Forsøg med Prøvestænger af forskellige Materialier, og i 1865 aabnede Kirkaldy i London sit endnu eksisterende, store, private Materialprøvelaborato-

*) De Ferro, 1734.

rium, hvor hans 1 Million engelske Pd. stærke Maskine installeredes. I Kirkaldys Laboratorium findes et helt Museum af Prøvestykker*).

Udviklingen er bestandig skreden fremad, og Maskinerne til Trækprøver m. m. udføres nu med stor Nøjagtighed, have bekvemme Indspændingsapparater og kunne have automatisk Bevægelse af Løbevægten, der maaler Kraften. Emery-Maskinen hos Wm. Seller & Co.



Fig. 40. Pierre Simon Girard, født i Caen 1765, død i Paris 1836.

i Philadelphia, der har Vægtstænger, som vejer 31,000 Pd., viser et kendeligt Udslag, naar man lægger lidt i wist paa dens Bord eller sætter et Lys under en af de første Vægtstænger, saa at der fremkommer en opadgaaende Luftstrøm. Den største Maskine i den kgl. Materialprøvningsanstalt i Berlin har en Trækraft af $\frac{1}{2}$ Million kg og har kostet 80 á 90,000 Rmk., og den store, hydrauliske Presse i den kgl. tekn. Højskoles Materialprøvningsafdeling i Dresden en Trykraft af 1 Million kg.

V. Andre Prøvemeters Udvikling og Materialprøvnings Betydning.

Og dernæst har Materialprøvningen udviklet sig ved at kaste sig over mange andre Undersøgelser end dem for Træk, Tryk og Bøjning.

Allerede for næsten et halvt Hundrede Aar siden gjorde saaledes WÖHLER (Fig. 45), der endnu lever højtbedaget i Hannover, sine bekendte Forsøg over Jærns og Staals Modstand mod vekslende Paavirkning. Navne som MARTENS (Fig. 46**), BACH (Fig. 47) og FÖPPL (Fig. 48) ere for bekendte for enhver Ingeniør, til at jeg her behøver at dokumentere de Kæmpearbejder, de have præsteret for at udvide vor Erkendelse

paa Materialprøvningens Omraade og nærliggende Videnskabers. Af de nyere Undersøgelsesmetoder maa vel særlig nævnes Prøver med indkerverede Stænger, navnlig Slagbøjningsforsøg dermed, saaledes FREMONT'S (Fig. 49) med den af ham angivne Maskine (Fig. 50), og de metalmikroskopiske Undersøgelser, som i de første 20 Aar, efter at den nu mer end fir-sindstyveaarige Dr. SORBY (Fig. 51*) havde begyndt dem, kun vandt ringe Paaagtning, men som senere har givet saa fortræffelige Resultater ved de store Arbejder, som Mænd som OSMOND (Fig. 52), HENRY LE CHATELIER (Fig. 53), STEAD (Fig. 54**), HEYN og flere have nedlagt deri. Side om Side med Undersøgelsernes Udvikling er der gaaet en Udforskning af, hvorledes Forskydninger ske ved de sejge Legemers Formforandring, hvor TRESCA brød Banen, og fulgtes af Mænd som KICK (Fig. 55), der i 1885 meddelte sine Undersøgelser til Bevis for Rigtigheden af hans Lov om de proportionale Modstande, REJTHO (Fig. 56), der i 1897 offentliggjorde sit Værk om den indre Friktion, og EWING (Fig. 57) og ROSENHAIN, som i 1899 offentliggjorde deres mikroskopiske Undersøgelser over Formforandringerne.

Efterhaanden er en Mængde andre Materialier end Træ, Sten og Jærn blevne Genstand for Undersøgelser og ofte — som f. Eks. den af den franske Vandbygningsingeniør VICAT (Fig. 58) opfundne Portlandcement — endda for mange forskellige Undersøgelser, saaledes for Portlandcementens Vedkommende af VICAT, FERRET og andre. Den Tid, da man nøjedes med at undersøge Murmaterialiers Godhed ved at opføre et Stykke Mur og ved at sparke til det, skønne over, hvor stærkt det var, er ved at forsvinde, og selv paa de mest specielle Omraader baner Materialprøvningen sig Vej. Man nøjes ikke, for at sammenligne to Sorter Galochers Modstandsevne mod Slid, med at give et Postbud en Galoche af hvert Sort paa hvert Ben og haabe paa, at han træder ens paa Benene. Man overlader en Slidprøvemaskine den upartiske Dom.

En særlig stor Betydning har det store Arbejde haft, der af Prof. BAUSCHINGER (Fig. 59***), Prof. TETMAJER (Fig. 60****) og flere andre og i de senere Aar af det internationale Materialprøvningsforbund, der tæller c. 2000 Medlemmer Verden over, er gjort for at gøre Materialprøvningsmetoderne ensartede, saa at man kan sammenligne de Resultater, der erholdes rundt om i Landene. Og Side om Side dermed gaar et Arbejde for at fastslaa ensartede Bestemmelser angaaende Fordringer til gængse Materialiers Styrkeegenskaber og Form. Naar Jærnbanseskinne Verden over kun ere af faa, fastslaaede Profiler, ville Valseværkerne ikke saa ofte behøve at lave Valser med Kalibre af ny Form og at veksle Valser. Fremstillingen bliver dermed simplificeret, billigere og sikrere. Et særligt godt Ar-

*) Kirkaldys vigtige Undersøgelser ere offentliggjorte under Navn af: Results of an experimental inquiry into the comparative tensile strength and other properties of various kinds of wrought-iron and steel, London 1862.

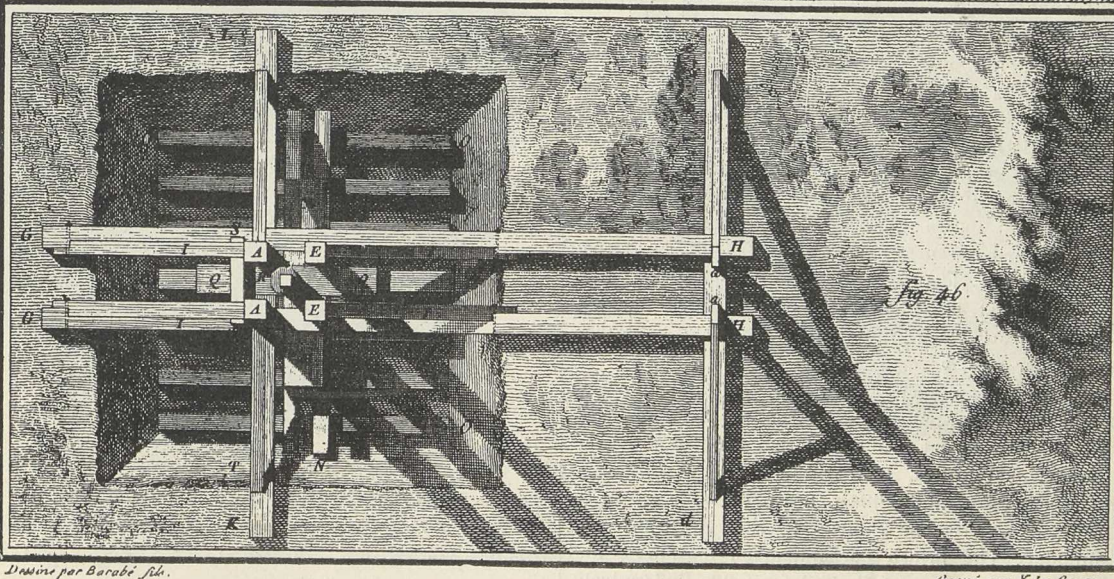
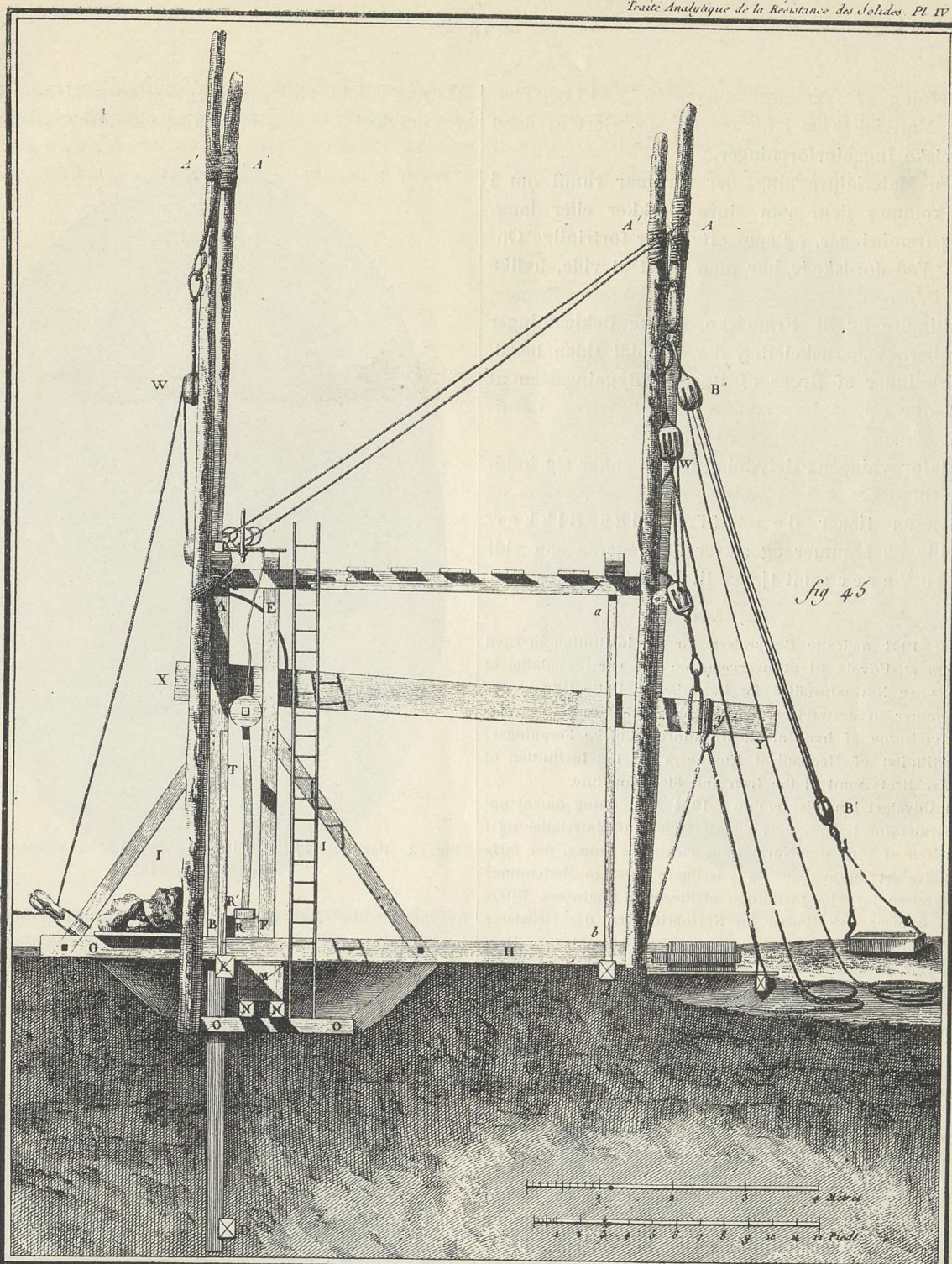
**) Biografi i 'The Metallgraphist' 1900, S. 177.

*) Biografi i 'The Metallgraphist' 1900, S. 89 og 'The Naturalist' Maj-Juli 1906, S. 137, nylig død, se min Nekrolog i 'Ingeniøren' 1908, S. 89.

**) Biografi i 'The Metallgraphist' 1902, S. 179.

***) Biografi i 'Ingeniøren' 1895, S. 183.

****) Biografi i 'Ingeniøren' 1895, S. 229 og Nekrolog 1905, S. 27.



Dessiné par Barabé, fcl.

Gravé par Y. Le Cour

Fig. 41. Maskine til Prøvning af Bjælker for Sammentrykning med 100 000 kg., konstrueret i Havre 1792 af Lamblardie.

Tilhøjre for T ses Bjælken, der sammentrykkes og derved bøjes ud til Siden paa Midten. Belastningen udøves fra Bjælken XY, hvis Nedbøjning Girard maalte ved Elasticimetret, der ses som en Bue ved AE.

bejde i Retning af saadan Standardisering*) af forskellige Materialier er i de senere Aar gjort af de 4 store, engelske Ingeniørforeninger.

Til den Materialprøvning, der foregaar rundt om i Landene, kommer den, som store Ulykker eller langvarig Brug frembringer, og som ofte giver fortrinlige Oplysninger. Ved Jordskælv har man faaet at vide, hvilke Ledninger i Jorden, der stode sig bedst, ved store Brande, især i Baltimore og St. Francisko, hvilke Beklædninger af Skyskrabernes Jærnskeletter, der udholdt Ilden bedst, ved Paavirkninger af Broer af Røg, af Bygningssten af Byernes Luft o. s. v. har man indhentet mange værdifulde Oplysninger.

Materialprøvnings Betydning indskrænker sig imidlertid ikke til, at den ved Bygningsværker samt Maskin- og Transportvæsen tjener den offentlige Sikkerhed for Liv og Lemmer og sikrer Modtageren saa vidt mulig gode Varer samt tjener til Industriens Fremme.

*) I Januar 1901 nedsatte Bestyrelsen for the Institution of Civil Engineers et Udvalg til at overveje, om det var tilraadeligt at fastslaa visse Normalprofiler for Faconjærn. Dette Udvalg paa 7 Medlemmer af Bestyrelsen blev suppleret med to Medlemmer fra Bestyrelserne af hver af de tre andre tekniske Foreninger: The Institution of Mechanical Engineers og the Institution of Naval Architects samt af the Iron and Steel Institute.

Til Udvalget kom der endnu i 1901 Anmodning om at opstille Normer for Lokomotiver og for Prøver af Materialier og i Begyndelsen af 1902 om Normer for elektriske Anlæg, der førte til, at Udvalget supplerede sig yderligere med to Medlemmer fra Bestyrelsen for The Institution of Electrical Engineers. Efterhaanden optoges nye Emner for Normering, og der eksisterer nu i England Normer for Faconjærn, Jærnbanskinner, Rørflanger, Telegrafmateriale, Portlandcement, Skruesystemer, Staal for Skibsbygning o. s. v. o. s. v., som ere udarbejdede af Underudvalg, der ere nedsatte af det paa nys nævnte Maade dannede Hovedudvalg.

Til en Begyndelse bar de anførte Foreninger Udgiften ved Udvalgets Arbejder, men man blev hurtig klar over, at man maatte have Regeringens Hjælp, baade ved at den udnævnte Repræsentanter til at deltage i Arbejdet, og ved at den antog de af Foreningen vedtagne Normer, naar de blev offentliggjorte.

I den Anledning søgte Udvalget Audiens hos Premierministeren, M. Balfour, i Parlamentet d. 30. Maj 1902. Mr. Balfour modtog Deputationen meget forekommende og sagde, at den offentlige Nytte af Standardisering var saa stor, at ingen kunde tvivle om denne Sags Vigtighed og Betydning. Saa vidt han kunde have en Mening, var han ganske enig med Deputationen og vilde forelægge sine Kollegaer Sagen. Mr. Balfour bad videre Deputationen søge Præsidenten for Board of Trade angaaende financierel Støtte fra Regeringen, og efter et Besøg hos ham erklærede Finansministeriet sig villig til at bevilge £ 3000 for 1903—04 som Bidrag til Udvalgets Budget for det Aar. Den finansielle Understøttelse er fortsat videre siden, og da der ogsaa er udført Arbejde til Gavn for Indien (især angaaende Lokomotiver for de indiske Baner) bevilgede den indiske Regering i 1904 £ 1000 og har erklæret ogsaa videre at ville støtte Arbejdet.

For imidlertid at faa yderligere Midler i Hænde, har Udvalget rettet Opfordring om Understøttelse til store Fabrikker, Jærnbaneselskaber o. s. v.

For at tage et Eksempel er der i Maj 1907 udkommet en revideret Udgave af Normalbestemmelserne for Staal til Skibskedler. Til Affattelse af det Afsnit deri, som handler om, hvorledes Materialet skal prøves, blev der først lavet et Uddrag af ældre Bestemmelser fra Admiralitetet, Board of Trade og de tre ledende Registreringsselskaber (Lloyds Register of British and Foreign Shipping, The British Corporation for the Survey and Registry of Shipping og Bureau Veritas) af et lille Underudvalg, sammensat af Repræsentanter for disse tre Institutioner, og dette Uddrag blev Grundlaget for de videre Forhandlinger.

For Skibsbygning er den saaledes ikke blot af Vigtighed for at sikre Skibets Soliditet, men Skibene

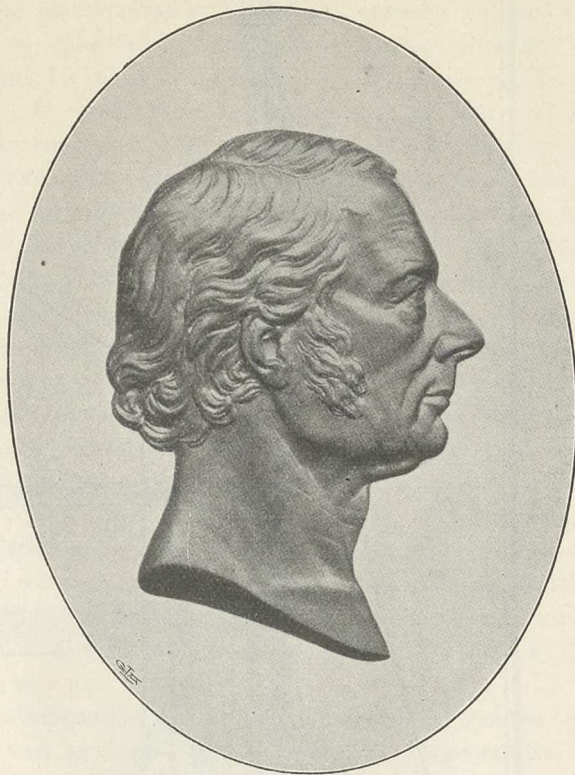


Fig. 42. Per Lagerhjelm, født paa Falkenå i Kråklinge Sogn 1787, død i Bofors 1856.

bygges under Tilsyn af de store Klassificeringsselskaber som Lloyds, Bureau Veritas o. s. v., der stiller bestemte



Fig. 43. Louis Marie Henri Navier, født i Dijon 1785, død i Paris 1836.

Fordringer til de enkelte Deles Styrke og lader denne Styrke prøve under Tilsyn, idet Skibene ellers ikke kunne faa det Certifikat for at være optaget i en bestemt

Klasse, der er nødvendigt for dem for at opnaa betryggende Assurance og for at erholde visse Fragter.

For Skovbruget er den af Vigtighed, idet den kan give Oplysning om, under hvilke Betingelser Træerne

mange Tilfælde for at komme til Klarhed, om Materialleverancer svarer til leverede Prøver eller til opstillede Kontrakter, for at bedømme om Nedstyrtning af et Hus eller Stillads skyldes Anvendelsen af daarlige Materialier



Fig. 44. Gaspard Clair François Marie Riche, Baron de Prony, født i Chamelet (Rhône) 1755, død i Asnières ved Paris 1839.

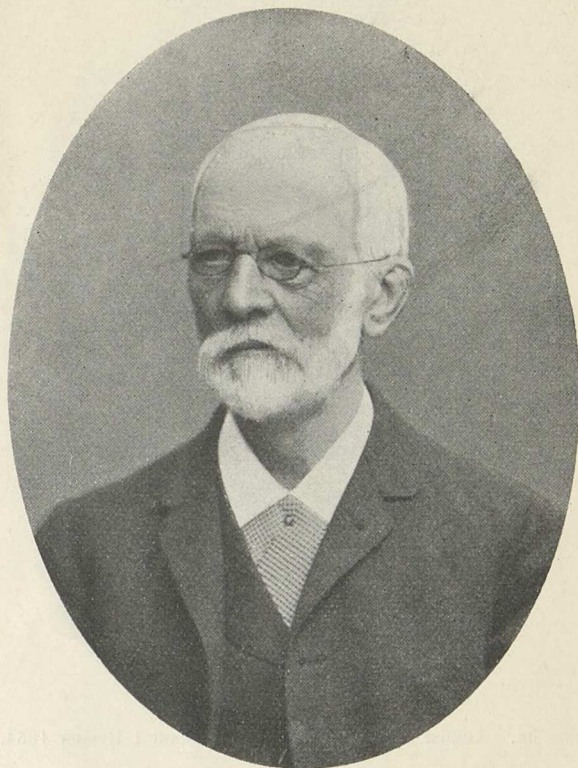


Fig. 45. August Wöhler, født i Soltau i Hannover 1819.

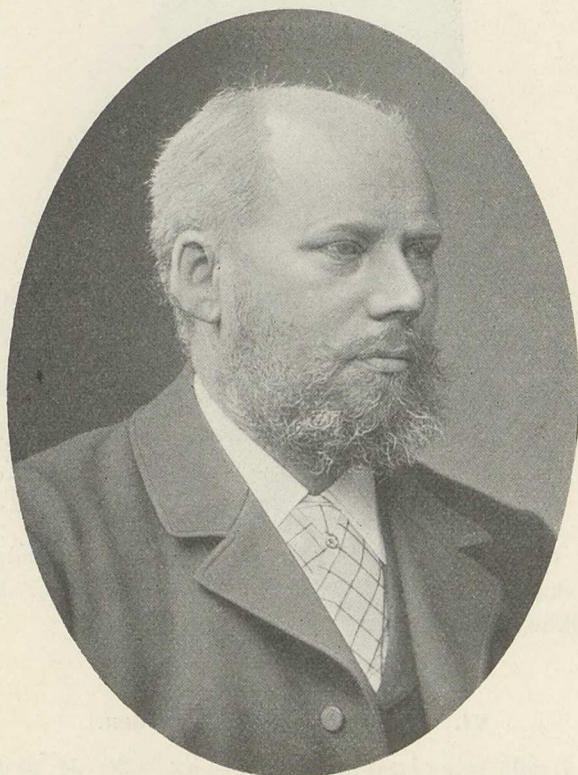


Fig. 46. Adolf Martens, født i Backendorf i Mecklenburg-Schwerin 1850.

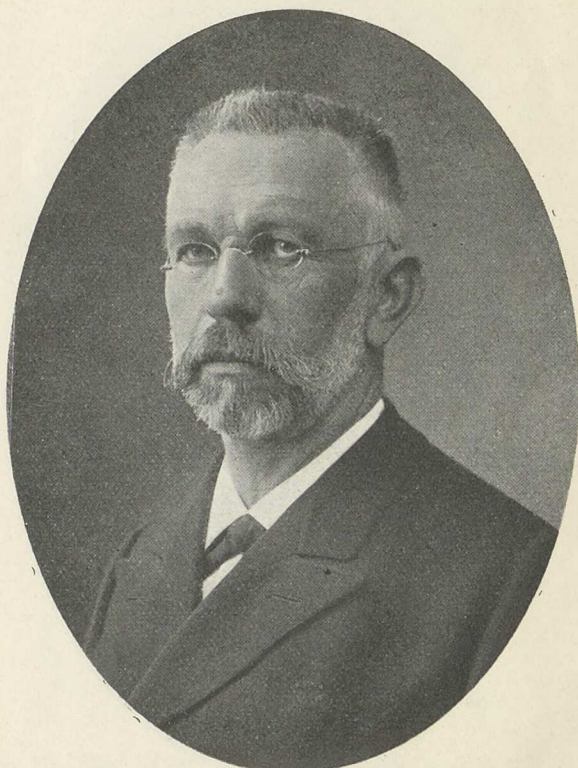


Fig. 47. Carl v. Bach, født i Stollberg i Sachsen 1847.

bedst skulle dyrkes for at give det stærkeste Ved, og mange Steder er der gjort storartede Undersøgelser til Forst-
væsenets Tarv f. Eks. i Østrig og i Nordamerika. For
Retsvæsenet er Materialprøvningen nødvendig i

o. s. v. For Biblioteker og Arkiver har Prøv-
ningen af Papir og Blæk sin Betydning, for Lægevi-
denskaben f. Eks. Prøvningen af Styrken af forskel-
lige Sorter Catgut, hvorm Undersøgelser foreligger fra

Berlin, og som er præparerede Dyretarme, der bruges til Underbinding af Blodkar og Syning af Saar.

For Militærvæsenet har Materialprøvningen



Fig. 48. August Föppl, født i Grosz-Umstadt i Hessen 1854.

en særlig stor Betydning, idet der her, ligesom ved Fabrikation af Cykler, Automobile og Luftske, stilles særlig store Fordringer til Materialet, nemlig til Jærn og



Fig. 49. Ch. Fremont, født i Paris 1855.

Staal til Kanoner, Pansere o. s. v. I en Reklame fra den største, amerikanske Fabrik for Materialprøvemaskiner finder man da ogsaa citeret den Udtalelse af Kontreadmiral Melville i en Tale for en

teknisk Forening i Filadelfia i 1903, at en Materialprøveanstalt er af større Værd end et Krigsskib. Det skal dog i denne Forbindelse nævnes, at Udviklingen af Jærn- og Staalindustrien netop formedelst Materialprøvningen staa i Gæld til Militærvæsenet, fordi dettes store og stadig større Fordringer til Materialernes Styrke har tvunget Fabrikkerne stedse fremad for at naa det yderste.

Det vil være umuligt blot noget nær at nævne de Felter, paa hvilke Materialprøvningen er trængt frem

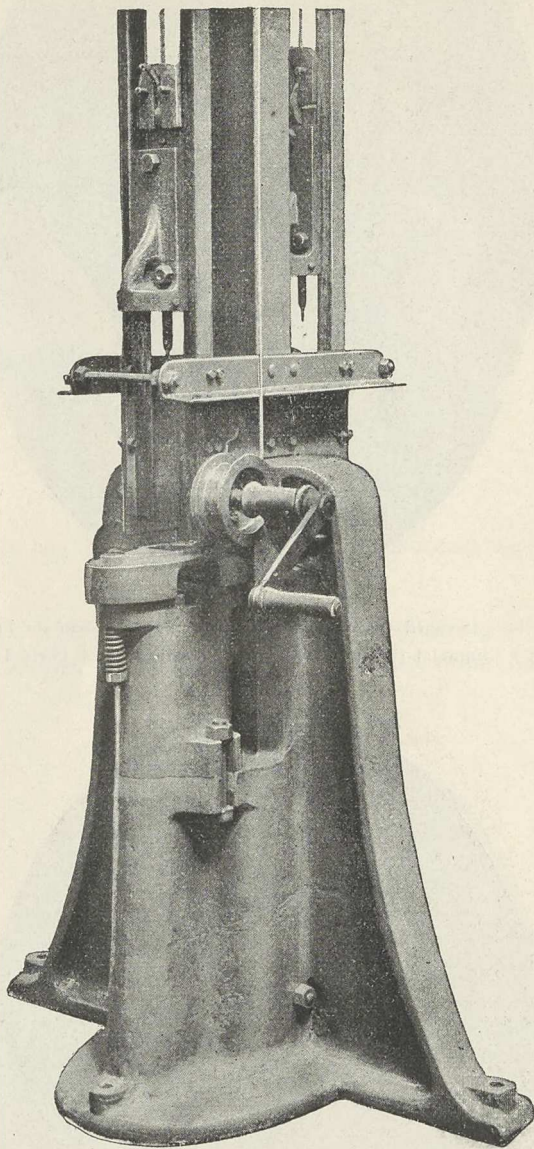


Fig. 50. Fremonts Maskine til Slagbojningsforsøg med indkervede Stænger.

eller dens nuværende Standpunkt rundt om i Landene. Jeg skal derfor til Slutning kun lige gøre Rede for dens Udvikling og Standpunkt her i Norden.

VI. Materialprøvning i Norden.

Hvad Sverig angaar, har jeg allerede anført Swedenborgs Bog og Lagerhjells Forsøg. Af senere Forsøg turde nogle af de vigtigste være de Undersøgelser over Jærnbane materialier, som KNUT STYFFE (Fig. 61) gjorde i Tredserne for en Komité, der var nedsat, formodentlig i Anledning af, at en Jærnbanevogn med Karl d. 15. var løbet af Skin-

nerne formedelst Brud paa en Hjulbandage. Knut Styffe, der endte som Overdirektør ved kgl. tekn. Högskolan i Stockholm, og som paa den internationale Materialprøvningskongres i Stockholm i 1897 blev hilst af

paa Hjulbandager og Jærnbanseskiner om Vinteren, for en væsentlig Del skyldes den frosne Jordbunds Stivhed. Af senere svenske Undersøgelser maa særlig nævnes *BRI-NELLS* (Fig. 62) om Staalets Strukturforandringer ved

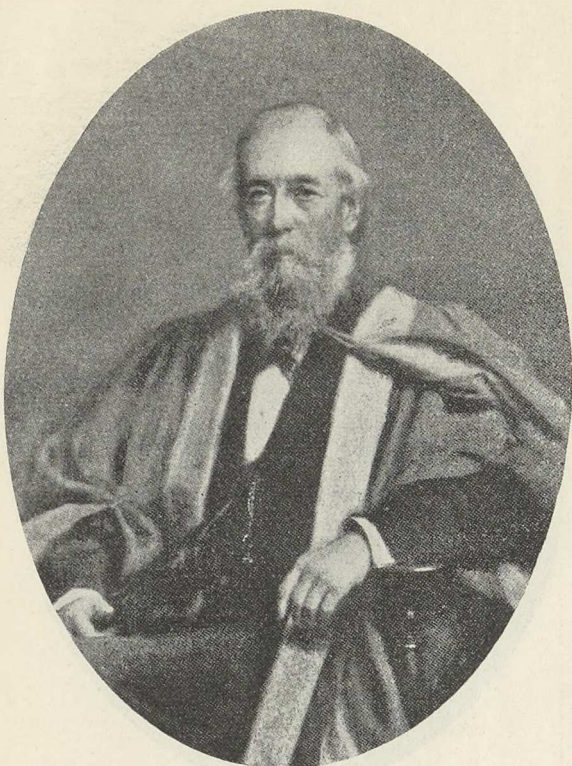


Fig. 51. Henry Clifton Sorby, født i Woodhouse ved Sheffield 1826, død 1908.



Fig. 52. Floris Osmond, født i Paris 1849.

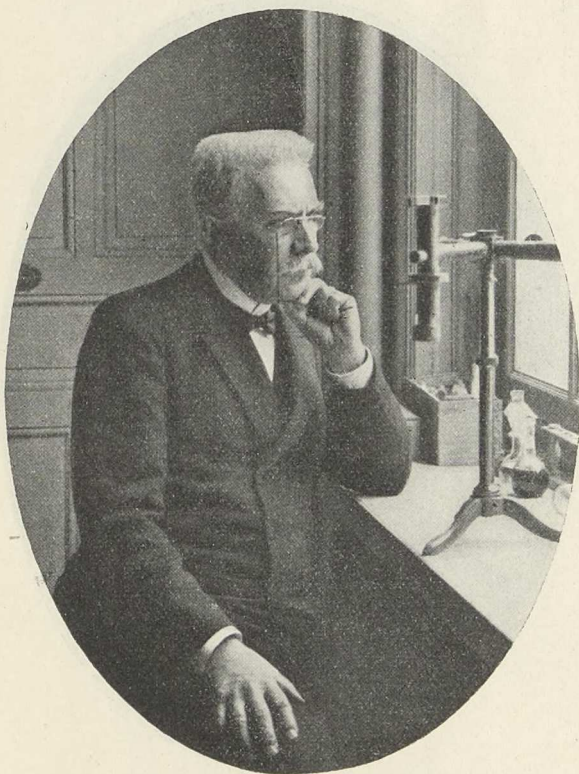


Fig. 53. Henry Louis Le Chatelier, født i Paris 1850.

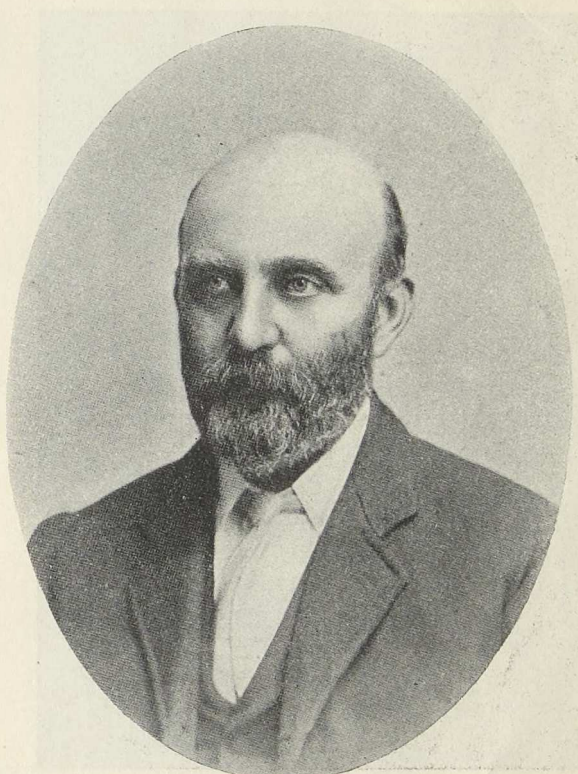


Fig. 54. John Edward Stead, født i Howden-on-Tyne 1851.

dens Præsident som »Materialprøvningens Nestor, hvis Forsøg nu ere klassiske«, fandt ved sine Undersøgelser*) blandt andet, at Grunden til de forholdsvis mange Brud

*) Knut Styffe: Om jerns och ståls elasticitet, tøjbarhet och absoluta styrka, Stockholm 1866.

Opvarmning og Afkøling samt hans Haardhedsprøve, *WIJKANDERS* over Træs Styrke m. fl.

Offentlige Prøveanstalter findes ved den kgl. tekn. Højskole i Stockholm og det Chalmersske Institut i Göteborg.

I Norge er der ikke præsteret meget vedrørende Materialprøvning, og af offentlige Proveanstalter findes kun et lille Bureau for Prøvning af Cement og Sand i Kristiania.

Videnskabernes Fremvækst og Smagens Forbedring» og endnu samme Aar »Fortsættelse af de kritiske Breve«, hvori han fremhæver, hvorledes et Lands og Folks Vel- færd til sidst dog beroer paa de økonomiske og praktiske

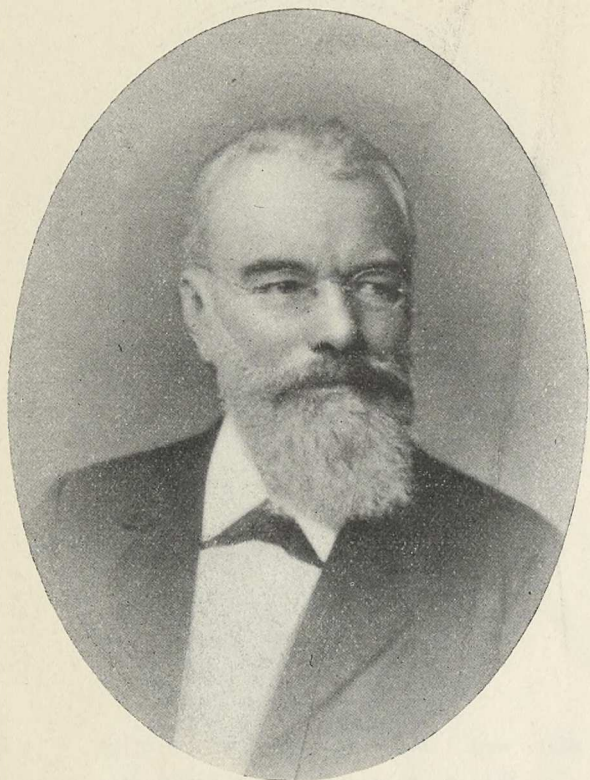


Fig. 55. Friedr. Kick, født i Wien 1840.



Fig. 56. Alexander Rejtö, født i Kasse (Ungarn) 1853.

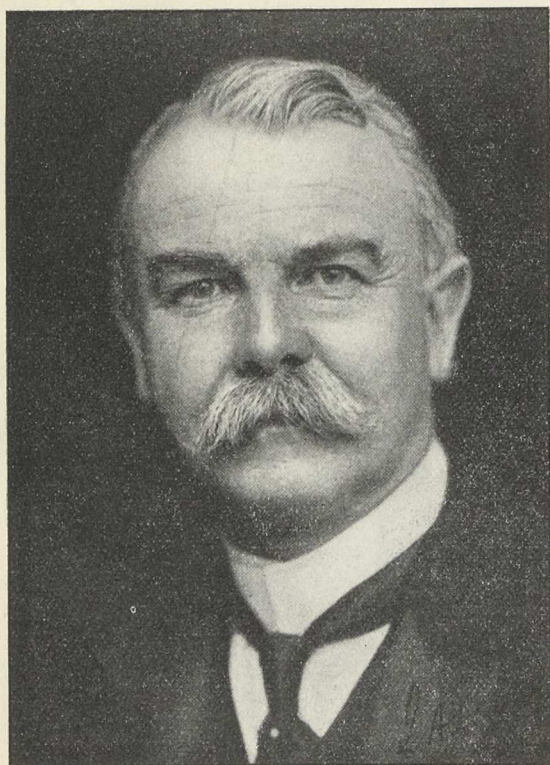


Fig. 57. James Alfred Ewing, født i Dundee 1855.



Fig. 58. Louis Joseph Vicat, født i Nevers 1786, død i Grenoble 1861.

Her i Landet kender jeg intet ældre Arbejde om Materialprøvning end et Afsnit i *Jens Krafts* store Mekaniks 2det Bind. *Jens Kraft* blev født i Frederikshald 1720 († 1765). 1746 blev han Prof. i Math. og Filosofi ved Sorø Akademi. 1761 udgav han sine »Kritiske Breve til

Forhold og disse atter paa de forskellige, teoretiske og anvendte Naturvidenskabers Højde og Rækkevidde, medens de saakaldte smukke Videnskaber (i Modsætning til de nævnte »grundige« Videnskaber) i saa Henseende kun have en underordnet Betydning og tilmed let ved deres

Sky for Grundighed og Objektivitet kunne foranledige Forvirring og Splittelse*).

1ste Del af hans Mekanik udkom 1763 og blev oversat paa Tysk og Latin. 2den Del udkom 1764**). I Fortalen

mers og Tovverkets Styrke. Da intet meer maatte ønskes i det Borgerlige, end at denne Del af Statiken engang maatte kunne blive bragt til sikre og efterrettlige Regler, saa behøves heller ikke noget klarere Beviis paa den



Fig. 59. Johann Bauschinger, født i Nürnberg 1834, død i München 1893.

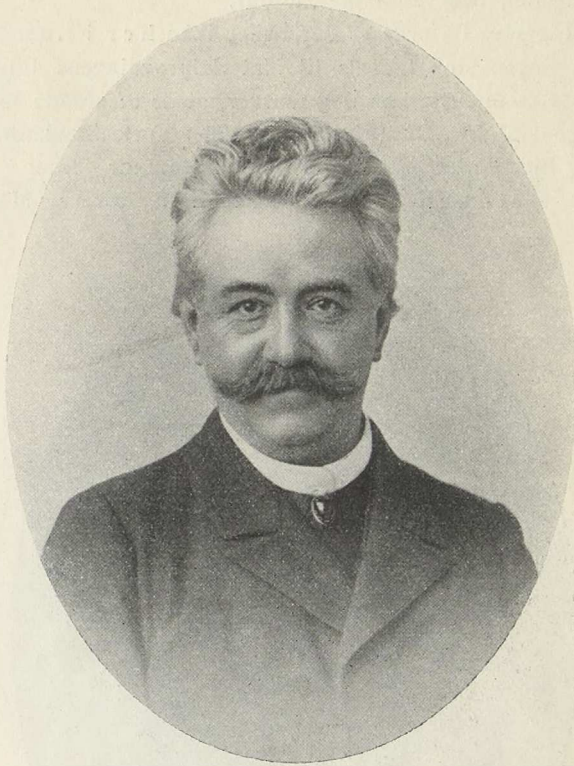


Fig. 60. L. v. Tetmajer, født i Krompach i Øvre-Ungarn 1850, død i Wien 1905.

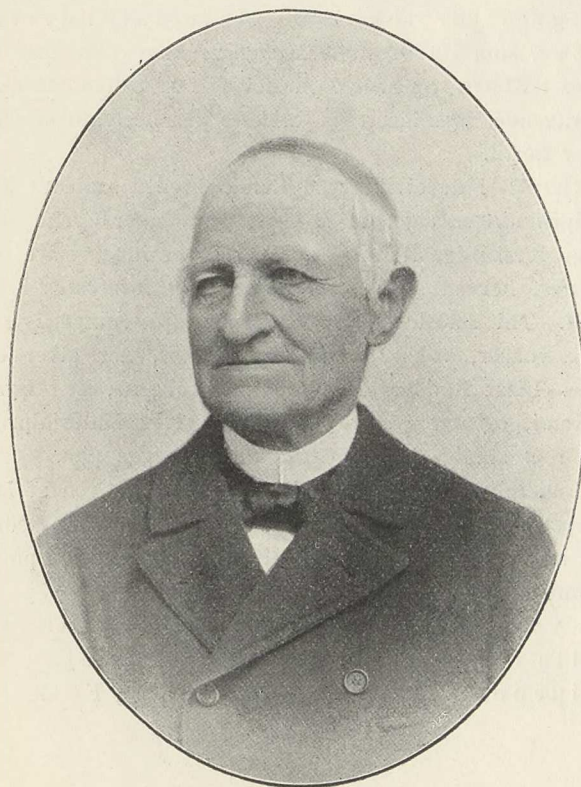


Fig. 61. Knut Styffe, født paa Karlsfors 1824, død i Stockholm 1898.



Fig. 62. Johan August Brinell, født i Bringetofta Sogn (Jönköpings Lehn) 1849.

til 2den Del, S. 3, siger Forfatteren: »I trettende og fjortende Forelæsning undersøger Theorien af de faste Lege-

*) Af Prof. Kromans Biografi i »Biografisk Lexikon«, 9. Bd. S. 420.

**) Begge ere nylig af Fabrikant Anker Heegaard skænkede til den polyt. Lærestalts Bibliotek.

Sandhed, at den Lærde Verdens Fortieneste er uendelig stor af den øvrige, naar man i den kan bringe de Ting til en klar og tydelig Theorie, af hvilke man ikke haver uden en simpel og uvis Praxis, der arbejder i Blinde, uden at kunne sige, hvor meget man bør gjøre, og hvorfor.«

Nævnte Afsnit »Om Materiernes Styrke« er 37 Sider stort og omhandler *Galileis*, *Leibniz's*, *Musschenbroecks*, *Buffons* og *Réaumur's* m. fl. Forsøg, saa at *Jens Kraft*, *Justitz-Raad* og *Professor* udi *Mathematiken* ved *Ridder-Akademiet*, har været godt à-jour.

Ligesom i Norge er der heller ikke her i Landet gjort nogen stor Indsats til Materialprøvningens Udvikling. Eksempelvis kan dog nævnes, at de af afdøde Ingeniørgeneral *ERNST* (Fig. 63) i 1860 udførte Skydeforsøg ved Ingeniørkorpset mod en Betonmur først beviste Betonens Overlegenhed over Mur-



Fig. 63. Jacob Frederik Marius Ernst, født i Kbhvn. 1820, død dér 1897.*)

værk af Mursten eller Kampesten til Krigsbrug**), længe før Artilleriets stærke Udvikling tvang til at bruge Beton som det vigtigste Murmateriale i Krigsbygningskunsten. Endvidere kunde nævnes en stor Del Cementprøvninger ved Ingeniørkorpset, m. m. Oprettelsen af en offentlig Materialprøveanstalt, Statsprøveanstalten, i 1896 skyldes Dansk Ingeniørforening og specielt dens daværende Formand, Lærestaltens nuværende Direktør, *G. A. HAGEMANN*, uden hvis Støtte denne Sag ikke vilde være bleven gennemført. Ved de Forsøg, der er udførte ved Statsprøve-

anstalten, skal jeg her ikke opholde mig. Noget stort Bidrag til Udviklingen har de ikke givet, men man maa vel være tilfreds, om de har hævdet Anstalten en nogenlunde anset Stilling mellem Udlandets langt større Anstalter, af hvilke den største, Anstalten ved Berlin, har kostet c. 2½ Million Rmk. og beskæftiger over 200 Personer.

Her ved Lærestalten blev Stødet til, at Materiallære og derunder Materialprøvning blev oprettet som Studiefag, gjort ved en Henvendelse, jeg tillod mig at rette til Lærestaltens daværende Direktør i Febr. 1893, og min Tanke førte hurtig til Oprettelsen af en Docentplads, der blev besat fra d. 1ste Septbr. 1896.

Den første Lærestalt, hvor der er vist Studerende praktiske Demonstrationer angaaende Styrkeprøver, er sandsynligvis University College i London. *Hodgkinsons* berømte Forsøg blev nemlig gjorte ved dette Universitet, og han brugte ved sine Forelæsninger 1848—60 at gøre Forsøg over Metaller's Styrke med sin Maskine.

Ved vor Lærestalt har de Studerende hidtil ved enkelte Besøg set Styrkeprøver blive udførte paa Statsprøveanstalten og paa Polyteknisk Materiallaboratorium, som Lærestalten har indrettet i Flugt med Statsprøveanstaltens Lokaler.

Nu staar Undervisningen i Materiallære imidlertid for en Udvidelse, idet det er Hensigten, at en Del af Eleverne selv skal gøre Materialundersøgelser.

Baade herved vil Kendskabet til Materialprøvningen herhjemme udvides og ved den internationale Kongres for tekniske Materialundersøgelser, som i 1909 under Ingeniør *Foss's* Forsæde vil samles i Kbhvn. og bringe en stor Del af Udlandets mest fremragende Ingeniører og Forskere paa de tekniske Omraader hertil.

Overalt i de civiliserede Lande breder saaledes Materialprøvningen sig som et Træ, der sender Grene ud i mange forskellige Retninger. Men der er ingen Fare for, at Træet herved skal faa Overvægt og forstyrres i sin Vækst. Thi samtidig med at Materialprøvningens Træ stadig vokser, vokser ogsaa de Rødder, der giver det Støtte. Disse Rødder er Grundvidenskaberne, især Fysik og Kemi, og deres store Udvikling giver Materialprøvningen et stadig sikrere Grundlag at bygge paa.

Lad mig slutte med Ønsket om, at den Gren af Materialprøvningens Træ, som er skudt hen over vort Fædreland, og som ogsaa har sat en Kvist af her paa den polyt. Lærestalt, at den ret maa trives og vokse til Nytte for vore Teknikere og Studerende, til Støtte for det gode og solide Arbejde, og herigennem til Gavn for Land og Folk.

*) Nekrolog i »Ingeniøren« 1897, S. 135.

**) Kaptain L. A. Madsens Afhandling i »Ingeniøren« 1905, S. 253.

