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*

MATERIALPRØVNING OG PRØVEANSTALTER

MED

OVERSLAG TIL UDSTYR

FOR EN NORSK MATERIALPRØVEANSTALT

(STIPENDIEINDBERETNING 1895 II DEL)

AF

E. SIMONSEN

CHEMIKER

DEN TEKNISKE FO

H.M.WISSING
BOGBINDERI PROTOKOL &
ÆSKEFABRIK
ROSENGAARDEN

620.1
Dyl.

DEN TEKNISKE FORENING

MATERIALPRØVNING OG PRØVEANSTALTER

MED

OVERSLAG TIL UDSTYR

FOR EN NORSK MATERIALPRØVEANSTALT

(STIPENDIEINDBERETNING 1895 II DEL)

AF

E. SIMONSEN

CHEMIKER

MED 8 LITHOGRAFEREDE PLANCHER

TEKNISK BIBLIOTEK
Danmarks tekniske Højskole

Til Anmeldelse

KRISTIANIA

ALB. CAMMERMEYERS FORLAG

LARS SWANSTRØM

Aktie-Bogtrykkeriet.
(Forhen: Det Mallingske Bogtrykkeri.)
1896.

FORORD

Angaaende den under reisen fulgte plan og de steder, hvor forholdene nærmere blev undersøgte, henvises til stipendieindberetningen 1895, I del, indledning.

Af literatur over materialprøvning og prøveanstalter, hvilken tildels er benyttet ved udarbeidelse af denne indberetning, kan nævnes:

Mittheilungen aus den Königl. technischen Versuchsanstalten zu Berlin, 1—13 Jahrg.

Mittheilungen der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien aus eidgen. Polytechnikum in Zürich, Heft 1—7.

Mittheilungen aus der Königl. technischen Versuchsanstalt zu München, Heft. 1—20.

Handbuch der Ingenieurwissenschaften 4 B., III Abth., 5 Lief. (Hilfsmittel und Verfahren der Materialprüfung) 1889.

Unwin: *The Testing of Materials of Construction, 1888.*

Kennedy: *On engineering laboratories, 1887.*

Commission des méthodes d'essai des matériaux de construction, I, 1894.

Debray: *L'Institut royal d essais mécaniques techniques de Berlin, Charlottenbourg, 1891.*

Debray: *L'Institut fédéral suisse d'essais sur les matériaux, 1891.*

Laboratoires de l'école national des ponts et chaussées, 1891.

Commission des chaux, ciments et mortiers, 1890.

Marts 1896.

Forfatteren.

INDHOLD

Side

Indledning 1

Kap. 1. Maskiner og apparater til materialprøvning:
§ 1. Prøvemaskiner i almindelighed 5
§ 2. Wicksteeds 100 t. og 50 t. maskine . . 6
§ 3 Pohlmeyers prøvemaskine 7
§ 4. Amsler-Laffons maskine 8
§ 5. Emery-maskinen 9
§ 6. Grafenstadens maskine 10
§ 7. Werder-maskinen 10
§ 8. Amsler-Laffons trykmaskine for cement . 11
§ 9. Mohr & Federhaffs maskine 11
§ 10. Horisontale maskiner 12
§ 11. Cementundersøgelsesmaskiner 12

Kap. 2. Maaleinstrumenter:
§ 1. Bauschingers speilapparat 13
§ 2. Wicksteeds-maskinens registreringsapparat 13
§ 3. Pohlmeyer-maskinens selvregistreringsapparat 14
§ 4. Amsler-Laffons-maskinens selvregistreringsapparat 14
§ 5. Diagrammer 14

Kap. 3. De almindelige prøver:
§ 1. Metaller 15
§ 2. Naturlige og kunstige bygningssten . . 16
§ 3. Bindemidler 16
§ 4. Om bestemmelse af hydrauliske bindemidlers volumbestandighed 17
§ 5. Bygningstræ 17
§ 6. Traade, touge, drivremme, kjettinger etc. 18
§ 7. Smørematerialer 18
§ 8. Papir 18
§ 9. Diverse 18

Kap. 4. Undersøgelsesmethoderne:
I. Almindelige bestemmelser 18

Side

II. Prøvning af smedejern og staal 21
III. Prøvning af støbejern 24
IV. Prøvning af kobber, bronce og andre metaller 25
V. Prøvning af træ 26
VI. Prøvning af skibsbygningsmaterialer . . 27
VII. Prøvning af sten 27
VIII. Prøvning af hydrauliske bindemidler . . 32

Tillæg:
A. Papirprøvning 37
B. Smørematerialer 39

Kap. 5. Undersøgelsesgebyrer og materialbehov for undersøgelserne 41

Kap. 6. Prøveanstalter for bygningsmaterialer:
§ 1. Prøveanstalten for bygningsmaterialer i Zürich 45
§ 2. Prøveanstalten i Berlin, Charlottenburg . 49
§ 3. Statslaboratoriet i Malines 50
§ 4. *Laboratoires de l'école nationale des ponts et chaussées* (Paris) 51
§ 5. Prøveanstalter i München 54
§ 6. Prøveanstalter i Wien 55
§ 7. Prøveanstalten i Buda-Pest 55
§ 8. Prøveanstalter i London 55
§ 9. De mekaniske laboratorier i andre brittiske byer 56
§ 10. Cementprøveanstalten i Kjøbenhavn . . 57
§ 11. Prøveanstalten for bygningsmaterialer i Gøteborg 57
§ 12. Andre prøveanstalter 58

Kap. 7. Om forholdene i Norge paa materialprøvningens omraade med overslag til udstyr ved en eventuel norsk materialprøveanstalt 60

INDLEDNING.

Materialprøvninger har været drevne i lange tider, og efterhaanden som industrien har udviklet sig, har behovet for en forudgaaende prøvning af de anvendte materialer steget stærkt. Derved har man dels kunnet sikre sig mod feilagtige beregninger ved bedømmelsen af materialets varighed, dels kunnet opdage mulige tilfældige feil, men særlig har det været af betydning derved, at man derigjennem har kunnet kontrollere og udvikle nye og billigere fremstillingsmaader for de forskjellige materialier, uden at dog kvaliteten er forringet. Ikke mindst betydning faar en grundig prøve derved, at man ad denne vei sikkert kan beregne den mindste kvantitet af materialet, der udfordres for dog at erholde en forønsket sikkerhed. I vore dage med de nuværende kommunikationsmidler vil uberegnelige katastrofer kunne indtræffe, om en mangel ved et vigtigt bygningsled skulde gaa upaaagtet hen paa grund af en mindre udviklet eller omhyggelig forudgaaende prøvning. En let synlig forbindelse er der f. ex. mellem bygværker som Eiffeltaarnet, Forthbroen eller de vældige, nyere havneanlæg paa den ene side og den moderne materialprøvning paa den anden. Denne betinger i virkeligheden muligheden af at bygge denne slags kolossale bygværker.

Den simpleste maade, hvorpaa et bygværks, f. ex. en jernbanebros, sikkerhed kan undersøges, vilde vistnok være at belaste stærkere end den maximumsbelastning, for hvilken bygværket er beregnet. Denne art prøvning har altid og vil formentlig ogsaa til alle tider blive udført i en vis udstrækning. Dog indsees det let, at i en flerhed af tilfælder vil en saadan prøvning være dels umulig at udføre, dels meget risikabel, da man for at kunne udfinde et bygværks styrke ad denne vei maatte belaste lige til deformation, hvad man selvfølgelig ikke tør vove. Uheldigt vilde det desuden være at opføre bygværker paa hazard, saa man løb risiko for, at det skulde ødelægges under prøvningen.

Her er det imidlertid, rene theoretiske studier kommer ingeniøren til hjælp.

Opgaven er af styrken af de enkelte bygningsdele at beregne styrken af det hele bygværk. Den anvendte mekanik har for en meget stor del allerede løst denne opgave. Dette gjælder da væsentlig for jern og staal.

For andre materialer, som cement, gjælder det særlig at prøve dens volumbestandighed. Af skade er man her bleven klog. Man har maattet udfinde saadanne methoder til bestemmelse af dens volumbestandighed, at man med tryghed har kunnet forudse mørtelens tilstand efter aars forløb. Grundige arbeider paagaar imidlertid fremdeles til en stadig fuldkomnere løsning af denne opgave.

Ved maskinbygning gjælder det materialernes styrke og varighed. For papir gjælder det modstandsdygtighed mod indre opløsning foruden styrke og evne til at optage og fastholde skrift-

tegn. For smøreoljer er det af særlig betydning, at de med anvendelse af det mindst mulige materiale forringer rivningsmodstanden mest muligt. For lysoljer kommer det væsentlig an paa, at et bestemt kvantum kan give høiest mulig lyseffekt.

Brændmaterialernes værdi er meget variabel og kan for en stor del beregnes ved en chemisk analyse. Værdien af andre materialer, som tømmer, toug, tøier, farver, blæk, konserveringsmidler etc. etc., kan nu, takket være de tildels ypperlige methoder til deres undersøgelser, hurtig og sikkert prøves.

Det offentlige, der jo har stor interesse af en omhyggelig prøvning af specielt bygningsmaterialer, sees da i de forskjellige lande at have traadt støttende til ved udviklingen af denne del af videnskaben, der, som det vil fremgaa af det efterfølgende, dels er mekanisk, dels chemisk. Dette har det offentlige kunnet gjøre ved oprettelsen af offentlige prøveanstalter, hvor staten faar sit materiel undersøgt, og hvor der samtidig er anledning for kommunerne og for private til mod bestemte honorarer at faa udført de forønskede undersøgelser.

Udstyrede som flere af disse prøveanstalter er med fuldstændige analytisk-chemiske laboratorier, har de kunnet give fabrikanter og industridrivende gode vink vedrørende deres drift. Dette gjælder særlig inden jern-, staal-, cement-, kalk-, tegl- og stenindustrien. Disse vink og raad har ofte ført til betydelige fremskridt inden vedkommende industrigren. Glimrende exempler herpaa har vi ved jernværkerne og ved staaltilvirkningen. Forholdsvis godt studeret er nu det meget indviklede spørgsmaal, hvilken indflydelse paa jerns og staals mekaniske egenskaber en bestemt gehalt af kulstof, silicium, svovl, fosfor, mangan, aluminium, nikkel, krom etc. har. Som følge af den herved vundne erfaring kan man derfor nu med stor sikkerhed af givne ertser, brændmaterialer og slagmaterialer ved en passende blanding fremstille et jern af forud bestemte mekaniske egenskaber.

Den første, der i større skala paabegyndte saadanne praktisk videnskabelige undersøgelser, var den engelske ingeniør David Kirkaldy. Hans arbeide «*Results of an experimental inquiry into the comparative tensile strength and other properties of various kind of wrought-iron and steel*» (London 1862) indeholder resultaterne af en række afslitninger samt bøieprøver af pladejern, saavel engelsk som udenlandsk. I Sverige paabegyndtes noget senere en lignende række undersøgelser af forskjellige af de ved jernbanerne anvendte materialer af Knut Styffe: «Die Festigkeitseigenschaften von Eisen und Stahl» (Weimar 1870).

Fra midten af 60-aarene finder man ogsaa lignende undersøgelser igang i Frankrig af firmaet Schneider i Creuzot, i Wien af prof. Yenny, i Frankfurt a/O af Wøhler samt i München af den berømte prof. Bauschinger, grundlæggeren af den moderne systematiske og omfattende materialprøvning.

Den almindeligste prøve for jern og staal, afslitningsprøven, har stadig vundet større og større anerkjendelse, og den modstand, der paa enkelte hold har været reist mod den, tør vel for en væsentlig del tilskrives den indvirkning paa resultatet, som forskjellige ydre faktorer øver, nemlig nøiagtigheden af de anvendte maskiner og maaleinstrumenter, prøvestykkets størrelse og form, fremgangsmaaden og hastigheden ved afslitningen, prøvestykkernes stilling under afslitningen etc. etc.

I erkjendelsen af disse faktorers betydning blev det en nødvendighed at søge saavidt muligt at enes om undersøgelsesmethoder, hvis ensartethed i høiere grad end før kunde gjøre resultaterne paalidelige, ikke alene som grundlag for sammenligning, men ogsaa til beregning af de forskjellige absolute fysiske konstanter.

Erfaring for det heldige heri fik man, efterat foreningen for de tyske cementfabrikanter i slutningen af 70-aarene havde udstedt «Normen für einheitliche Lieferung und Prüfung von Portland-Cement». Ligeledes viste det sig at være af stor nytte, at «Verein deutscher Eisenbahnverwaltung» i 1879 udgav «Entwürfe zu Lieferungsbedingungen von Achsen, Radreifen und Schienen aus Flusseisen, resp. Flussstahl».

Dog kunde man ikke blive staaende hermed; thi disse første skridt til at tilveiebringe ensartede prøvemethoder udgik fra kredse, der væsentlig havde interesser i enkelte bestemte retninger; man saa det fra fabrikantens eller konsumentens side alene. Selv om disse derfor bestræbte sig for at være saa objektive som muligt, saa kunde det dog efter sagens natur ikke undgaaes, at særinteresser gjorde sig gjældende. Dertil kom, at de nævnte første skridt kun omfattede en indskrænket gruppe af materialer, hvor man ikke tog sigte udelukkende paa prøvningsmethoderne, men hvor man ogsaa opstillede betingelser, som vedkommende materialer burde fylde, naar de prøvedes efter de angivne methoder.

Stødet til en fuldstændigere udarbeidelse af ensartede prøvemethoder gav prof. Bauschinger i aaret 1884, idet han ved en rundskrivelse kaldte bestyrerne af de bestaaende forsøgsanstalter og andre fremragende teknikere sammen til et møde i München i slutningen af september 1885. Her søgte man at fastslaa bestemte prøvemethoder for alle de vigtigere i bygnings- og maskintekniken anvendte materialer og indskrænkede sig til methoderne, men indlod sig ikke paa klassifikation af materialerne.

En flerhed af vigtige spørgsmaal blev her behandlede og afgjorte. Flere andre blev overdragne en kommission til videre bearbeidelse. Den 2den konference holdtes i Dresden 20de og 21de september 1886, hvor de fleste af kommissionens resultater blev godkjendte. Endnu flere spørgsmaal havde imidlertid reist sig, og en ny kommission blev nedsat. Dennes resultater blev saa forelagte den 3die konference aaret 1890 i Berlin. Atter nedsattes en kommission, hvis arbeider forelagdes den 4de konference i Wien 1892. Fremdeles nye opgaver og ny kommission. Dennes arbeide forelagdes den 5te konference, der afholdtes i september f. a. i Zürich.

Deltagere er mødt fra de fleste europæiske lande til disse konferencer, der saaledes har faaet en international karakter, og nye vil sikkert blive afholdt, idet der stadig melder sig nye opgaver, da prøvemethoderne med nødvendighed maa udvikle sig med det mere indgaaende kjendskab til materialernes egenskaber, med forbedringerne i deres fremstilling og ved fremkomsten af nye stoffe.

De resultater, hvortil man er kommen, agtes selvfølgelig ikke paatvunget nogen, og de har kun karakter af resultater, hvortil flertallet af konferencernes deltagere har sluttet sig. Et engang afgjort spørgsmaal er der saaledes fuld anledning til paany at optage til drøftelse.

De materialer, hvis prøvning allerede har været gjenstand for behandling, er foruden jern og staal ogsaa kobber, bronce og andre metaller og legeringer, træ, skibsbygningsmaterialer, som toug, seildug etc., sten, saavel kunstig som naturlig, konserveringsmidler for bygningsmaterialer, kalk, gibs, hydrauliske bindemidler som portlandcement, roman-cement, hydraulisk kalk, slagcement osv. osv.

Et stort arbeide er saaledes nedlagt her. Samtidig har man i Frankrig nedsat en omfattende og mandstærk kommission i samme øiemed: *Commission des methodes d'éssai des materiaux de construction.* Første bind af dens forhandlinger foreligger og udviser et særdeles grundigt arbeide.

Til dette saavel som til de nævnte konferencer er bidrag ydet direkte eller indirekte fra en flerhed af de prøveanstalter, som nu findes mere eller mindre fuldstændige i de fleste europæiske lande. Af saadanne kan nævnes prøveanstalterne i Berlin, Zürich, München, Paris, St. Petersburg, Helsingfors, Stockholm, Gøteborg, Kjøbenhavn, London og i de fleste større engelske byer, Edinburg, Glasgow, Malines, Wien, Buda-Pest samt flere i Amerika.

Disse prøveanstalter har to ikke meget skarpt adskilte opgaver. Den ene er rent videnskabelig, den anden kommerciel. Til de videnskabelige opgaver hører at udfinde undersøgelsesmethoder, at undersøge de forskjellige materialers forskjellige fysiske og chemiske egenskaber og at bistaa ved udviklingen af de før nævnte industrigrene. Absolute resultater ventes her. Ved de kommercielle undersøgelser vilde vistnok det bedste være at anvende methoder, der kunde give en ligesaa høi grad af nøiagtighed. Dette er imidlertid ofte ubekvemt. Hurtigere og greiere methoder er ofte tilstrækkelige for sammenligning af materialer. Ofte behøver man kun at prøve to eller tre af de vigtigste egenskaber og dømmer ved sammenligning af disse resultater. Ofte er det ogsaa fordelagtigt at gjøre chemiske analyser istedetfor mekaniske prøver, da utvivlsomt i en flerhed af tilfælder legemernes fysiske egenskaber staar i forhold til og kan afledes af den chemiske sammensætning. Forfalskninger f. ex. lader sig lettere opdage ad chemisk vei end mekanisk. Dog maa det ikke glemmes, at det er med de fysiske egenskaber, ingeniøren i almindelighed har at gjøre, og at f. ex. staal af samme raamateriale og med samme chemiske sammensætning alligevel paa grund af forskjellig mekanisk behandling eller af andre grunde kan være af forskjellig kvalitet af betydning for den praktiske ingeniør. Det gjælder ved materialprøvning ikke at blive ensidig enten i mekanisk eller i chemisk retning. Funktionærerne ved prøveanstalterne er nu i almindelighed for de kommercielle prøvers vedkommende udelukkede fra at give et skjøn over et materiales brugbarhed i det ene eller det andet øiemed. For at hindre misbrug er det forbudt at afgive saadanne skjøn. Anstalten udfylder kun de trykte schemaer. Der vil man

kunne finde de konstanter, der kan være af betydning. Den specielle ingeniørs sag bliver det da at bedømme, hvorvidt et materiale med de opgivne egenskaber kan være tjenligt til de specielle brug, hvortil ingeniøren har udseet det.

I det efterfølgende skal der gives en redegjørelse for de vigtigste hovedtræk ved materialprøvningen, de forskjellige maskiner, der almindeligst benyttes, samt undersøgelsesmethoderne for en flerhed af de vigtigste materialer, med specielt hensyn til resultaterne fra de fire først afholdte konferencer. Derefter følger beskrivelse af de vigtigste existerende prøveanstalter og tilslut overslag over anlægs- og driftsomkostningerne ved en eventuel oprettendes norsk prøveanstalt.

FØRSTE KAPITEL.

MASKINER OG APPARATER TIL MATERIALPRØVNING.

§ 1. Prøvemaskiner i almindelighed.

Ved prøvning af metaller spiller maskinen en stor rolle. Hvis maskinen skal anvendes til forskjelligt brug, til stræk, tryk, bøining etc., kan anordningen blive mere eller mindre kompliceret. En almindelig cementprøvemaskines simpelhed er begrundet i det begrænsede øiemed, hvortil den sigter. Naar derimod prøvestykkernes form og størrelse kan variere, og forskjellige slags undersøgelser skal udføres samt hensyn tages til bekvemmelighed, er det ikke forbausende, at der findes en række forskjellige typer af prøvemaskiner. Derfor er ingen enkelt prøvemaskine absolut at foretrække for alle andre. Enhver form har gjerne en eller anden speciel fordel. Dog synes tiden at vise en tendens i retning af at benytte saa enkle maskiner som muligt og da flere, hver til sit specielle øiemed. Herved arbeides der dels hurtigere, dels sikrere end ved universalmaskinerne, hvoraf der unægtelig findes flere ganske ypperlige.

Den simpleste prøve er at anbringe et lod direkte paa prøvestykket. Mange af de tidligere experimentelle undersøgelser udførtes paa denne maade, og methoden bruges endnu ved prøvning af svagere materialer. Bedre er det imidlertid at benytte en vægtballance, hvorved loddets vægt vil kunne formindskes i forhold som vægtarmene. Dette er imidlertid praktisk meget ubekvemt; thi eftersom prøven strækker sig, forandres ballancens stilling, og jo mere, jo større forholdet er mellem armenes længde. Der maa gjøres noget for at neutralisere deformationens virkning. Ballancen maa holdes horisontal. Af denne grund bruges nu ballancen kun til at udmaale kraften, medens man for at frembringe den ofte anvender hydraulisk tryk, saaledes ved maskinerne efter Wicksteed, Werder, Greenwood & Batley, Martens, Kirkaldy, Hoppe etc. Prøvestykkets ene ende er da ved forskjellig anordning fæstet til vægtbjælken, medens den anden er fæstet ved det hydrauliske stempel, der saaledes optager deformationen. Af vædskens tryk kan man imidlertid ikke nøiagtig slutte sig til kraften, da friktionen mellem kolben og stemplet modarbeider denne og ikke er let nøiagtig at beregne. For derfor sikkert at kunne bestemme kraftens størrelse maales denne paa ballancen, hvor loddet stadig holdes paa en saadan plads, at ballancen staar horisontalt, ɔ: kontraballancerer virkningen af den afslitende kraft, resp. det hydrauliske stræk. Ved en pendel, forsynet med tilstrækkelig stor udveksling, kan ogsaa kraften maales af udslagenes størrelse som ved Pohlmeyers maskine. Manometerapparater findes ogsaa, men er mindre nøiagtige. Ved en ny maskine fra firmaet Amsler-Laffon maales kraften med et manometer, idet stemplet er friktionsløst, hvorved resultatet bliver meget paalideligt. Som bevægende kraft bruges, som allerede nævnt, hydraulisk tryk (stræk). Vandledningernes tryk vil ikke forslaa, hvorfor der gjerne indskydes en akkumulator (multiplikator), hvorved kraften fordobles i for-

hold som det store og det lille stempel. Kraften kan ogsaa frembringes ved en skrue-kompressor som ved Olsens, Grafenstadens og Fairbanks maskiner. Endelig kan kraften frembringes ved en pumpe, der driver stemplet, som f. ex. ved den nys nævnte Amsler-Laffons maskine, hvor pumpen føder kolben med olje istedetfor som almindeligt med vand. Endelig har den i Amerika meget benyttede Emery-maskine til kraftens udmaaling en kombination af hydraulisk tryk og vægtballancer.

Prøvemaskinerne kan endvidere efter arrangementet deles i a) horisontale og b) vertikale maskiner. De har hver sine fordele. De vertikale er bekvemmere at arbeide med og har specielt den fordel, at apparaterne til indklemning af prøvestykket og dettes egen vægt ingen forstyrrende indflydelse kan øve paa maalingen af kraften, medens derimod disse dele ved de horisontale maskiner vil øve stræk i retning lodret kraftens retning og saaledes vil kunne virke forstyrrende paa kraftmaalingen. Denne virkning kan nu for en stor del modvirkes, om end ikke helt. Skal man undersøge lange prøver, saa maa maskinen være horisontal. Kabelprøvemaskinerne tilhører saaledes denne type.

For alle klasser af maskiner gjælder det, at kraften ikke maa virke stødvis. De maskiner, hvor kraften maales ved af- og paalægning af lodder, som f. ex. Werders maskine, er derfor i denne henseende mindre heldige. Et fremskridt er det, naar løbevægt benyttes; her kan loddet ved mekaniske hjælpemidler bevæges jevnt frem eller tilbage.

Til de moderne maskiner hører endvidere registreringsapparat, der automatisk kan optegne kurver, der viser prøvestykkets forlængelse ved hver enkelt kraft. Til bestemmelse af elasticitetsgrænsen kan disse apparater ikke bruges, da optegningen af de uhyre smaa forlængelser inden proportionalitetsgrænsen bliver altfor unøiagtige. Derimod er kurverne meget nyttige til at klargjøre materialets forhold under deformationen lige til bruddet.

For at kunne kontrollere maskinens nøiagtighed kan man ved de vertikale maskiner direkte anbringe en bestemt vægt og se dens virkning. Ved de horisontale maskiner er ikke sagen fuld saa simpel. Ofte har man, som ved Werders maskine, kontrolballance. Den simpleste maade er den af Bauschinger angivne. Man anskaffer sig en prøvestav, hvis elastiske formforandringer paa forhaand er bestemte ved prøvning ved et par prøveanstalter med anerkjendt nøiagtige maskiner. Med denne prøvestav undersøges nu maskinen. Det kan saa ved benyttelse af finmaalingsappater let bringes paa det rene, om den af maskinen angivne kraft til frembringelse af en bestemt formforandring virkelig ogsaa er den sande kraft.

I det efterfølgende findes en kort beskrivelse af en del af de nyeste og mest brugte maskiner.

§ 2. Wicksteeds 100 t. og 50 t. maskine.

(Fig. 1—3.)

Denne maskine fra J. Buckton & Co., Leeds, er en i England meget brugt og høit anseet maskine. Af steder, hvor jeg har seet den i brug, kan jeg nævne: prøveanstalten i Gøteborg, London (*Technical College*, *City and Guilds institution* og *Strangers* prøveanstalt), Manchester: *Owens College*, Leeds: *Victoria university*, Newcastle: *Durham College of Science*, Edinburg: *Edinburg university*.

Denne maskine har vertikal anordning. Ved 100 t. maskinen kan prøvestykkerne have en længde af indtil 1,2 m. for stræk og tryk.

De sidste prøvers tversnit indtil 225 m/m × 225 m/m. Bøiningsprøver kan udføres paa prøvestykker af længde 1,5 m. mellem understøttelsespunkterne; den største bredde 225 m/m.

Maskinen bør, som alle maskiner af denne art, hvile paa et solid fundament, saa den ikke forstyrres af de vibrationer, der ellers ofte kan indtræffe. Maskinen falder i 4 dele:

a) motoren,
b) belastningsapparatet,
c) vægten og
d) indspændingsapparaterne.

Motoren er, som af fig. 3 fremgaar, en dobbelt prescylinder. Den største cylinders diameter er 10 gange større end den lilles. Det store stempel med læderpakning staar i forbindelse med den lille cylinders stempel. For at frembringe et tryk (resp. stræk) svarende til maskinens høieste belastning (100 t.) udfordres der et tryk af 320 kg. pr. cm.^{2}. En vandledning med tryk ca. 3,5 kg. pr. cm.^{2} vil altsaa kunne drive denne maskine. Dette er et tryk, der meget almindelig findes i vandledninger. Har man ikke saadant tryk til disposition, faar man benytte pumpe eller have større forhold mellem akkumulatorens store og lille cylinder. Haandpumpning er imidlertid uheldig, da det er et tungt arbeide og let frembringer stødvise

stræk. Drives pumpen med maskine, bør den bevæges langsomt, saa strækket (resp. trykket) bliver saa jevnt som muligt. Den lille cylinder staar ved hjælp af et jernrør (15 m/m indre diameter og tykke vægge) i forbindelse med hovedapparatets hydrauliske presse (fig. 1 og 2), belastningsapparatet, hvis cylinderakse er vertikal. I cylinderen bevæger sig et stempel af 200 m/m's diameter og med 300 m/m.s slag. Det tryk, vandet øver paa stemplet, overføres ved tverhovedet *D* gjennem de to skruer *E* til det nedre indspændingshoved *F*, hvor prøvestykkets ene ende fæstes. Disse skruer *E* tjener ogsaa til at hæve eller sænke indspændingshovedet *F* efter prøvestykkets større eller mindre længde. Dette kan udføres for haanden ved hjælp af en dertil afpasset skrusnekke. Fra indspændingshovedet *F* gjennem prøvestykket og det øvre indspændingshoved *G* overføres bevægelsen til vægtballancen (se fig. 1), hvis opgave det er at bestemme størrelsen af den kraft, der udøves paa prøvestykket ved den hydrauliske presse. Ved bruddet gaar dennes stempel tilbage, drevet af en kontraballance. Vægtapparatet er at betragte som en almindelig bismervægt, idet den horisontale støbejerns vægtbjælke *H*, der hviler paa pillaren *A* og er forsynet med kniv *b*, hviler mod en underliggende pande; begge disse er indfattede i stærke smedejernsstykker. Vægtbjælkens anden kniv *a* vender opad og holder det øvre indspændingshoved *G*. Naar prøvestykket er indspændt og kraften øves nedad, vil vægtbjælkens høire ende bevæge sig opad. For at kontraballancere virkningen kan en løbevægt, der veier 2 t., ved hjælp af maskinelle hjælpemidler forskyves udover mod høire, til bjælken atter kommer i den horisontale stilling. Efterhaanden som kraften øges, flyttes løbevægten jevnt mod høire, lige til prøvestykket slites af. Ved hjælp af en paa vægtbjælken anbragt skala fra 0—100 t., hvor hver delestreg igjen er delt i 10, kan kraften bestemmes med en nøiagtighed af 100 kg. Aflæses yderligere paa indexen *d*, der er forsynet med nonius, faar man en nøiagtighed af 10 kg. For smaa belastninger indtil 20 t. kan kniven *b* sættes ud af virksomhed og kniven *c* træde ind, idet man simpelthen skyder en pande under eggen *c*. Afstanden mellem knivene *a* og *b* er 100 m/m. Afstanden mellem *a* og *c* er derimod 400 m/m. Ved hjælp af den anden skala, der er anbragt paa vægtbjælken, og nonius kan man, i tilfælde kniven *c* benyttes, bestemme kraften med en nøiagtighed af 1 kg. Vægtbjælkens bevægelse kan begrænses ved pillaren *P*, hvorimod bjælken falder, naar prøvestykket brister. Bliver kraften for stor, eller løbevægten ikke hurtig nok bevæges til høire, saa bjælkens høire ende gaar for stærkt opad, vil dens bevægelse kunne reguleres ved en paa pillaren anbragt spiralfjær.

Indspændingsapparaterne tjener til ved stræk at fæste prøvestykket og holde det saavidt muligt i nøiagtig vertikal stilling, saa prøvestykket ikke faar noget sidestræk. Plane stænger indklemmes i indspændingshovederne med indvendig riflede kiler. Runde stænger anbringes i staalhoveder; toug af hamp eller metal indspændes ogsaa i hule, riflede kiler; undertiden støbes enden af staaltouge ind i en letsmeltelig legering, som f. ex. 9 d. bly, 2 d. antimon, 1 d. bismuth.

Strækprøverne anbringes mellem tverhovederne *F* og *G*.

Tryk-, bøinings- og knækningsprøverne anbringes mellem tverhovedet *F* og prescylinderen *B*. Ved bøining anbringes en tverbjælke *K* (fig. 2) med bukke *L* paa cylinderens øvre ende. Bukkene kan efter behag flyttes kortere eller længere fra hinanden. For i disse tilfælder at forplante bevægelsen til vægtbjælken til maaling af kraften forbindes tverhovederne *F* og *G* med 4 solide jernsøiler *CC*. Ved bøieforsøg anbringes det kileformede stykke *M* (fig. 2) under det nedre tverhoved.

Endvidere er maskinen forsynet med et automatisk virkende registreringsapparat til optegning af kurven, hvilket senere vil blive behandlet.

Priserne for disse maskiner stiller sig saaledes:

100 t. maskine ca. kr. 20 000
50 t. — » » 11 000
incl. registreringsapparat.

Firmaet Buckton & Co. fører endvidere en patenteret maskine af horisontal anordning med en række udvekslinger, hvor kraften ligeledes kan prøves paa en vægtbjælke med en stor løbevægt. Denne maskine saa jeg kun i prof. Kennedey's private mekaniske laboratorium. Den synes at forene Wicksteeds-maskinens fordele med fordelene ved den horisontale anordning, specielt derved, at lange prøver kan undersøges. Prisen er her høiere:

100 t. horisontal maskine ca. kr. 27 000
50 t. — — » » 16 000.

§ 3. Pohlmeyers prøvemaskine.

(Fig. 4 og 5.)

Af disse har den mekanisk-tekniske forsøgsstation i Charlottenburg to, en paa 100 t. og en

paa 50 t. Prøveanstalten for bygningsmaterialer ved polytechnikum i Zürich ligeledes en paa 100 t. Desuden findes den ved en række maskinfabriker og jernværker. Denne maskine fra Heinr. Ehrhardt, Düsseldorf, er en pendelmaskine, der drives med akkumulator.

Prøvestykket for stræk anbringes mellem indspændingshovederne *A* og *B*. Af disse er *A* ved en bolt fæstet til tverstykket *C*, der gjennem søilerne *DD* staar i forbindelse med den kraftige bjælke *E*, der er fæstet til den hydrauliske cylinders stempel. Det nedre tverhoved *B* er fæstet til tverstykket *F*, der med søilerne *GG* er forbundet med det nederste tverstykke *H*. Dette staar med panden *K* mod en kniv paa vægtarmen *L*. Denne har omdreiningspunkt i *M*. Forbindingsstykket *N* kan overføre bevægelsen til vægtarmen *O*, der atter ved forbindingsstykket *P* staar i forbindelse med pendelen *Q*'s øvre lille tverarm. Det vil nu let indsees, at naar det hydrauliske stempel bevæges opad, vil bevægelsen forplante sig fra *A* gjennem prøvestykket til tverstykkerne *F* og *H*, der vil øve en kraft opad mod kniven *R*. Gjennem vægtarmene *L* og *O* vil bevægelsen forplante sig til pendelens høire tverarm, der vil bevæge sig opad. Den vil skyve stangen *S* opover. Denne staar i forbindelse med en viser, der angiver kraften.

Maskinen kan desuden forsynes med diagramapparat, som senere skal behandles.

Denne maskine, der kan faaes for en maximalbelastning af 100 t. og af 50 t., er betydelig billigere end Wicksteeds maskine. Prisen for 100 t. maskinen, incl. akkumulator, er kr. 8 500. 50 t. maskinen, incl. akkumulator, koster kr. 5 600. Til maskinen hører endvidere en kontrolvægtarm med lodder til en pris af ca. kr. 500. Diagramapparat maa særskilt bestilles. Ved denne maskine kan man ogsaa prøve forholdsvis lange stykker, idet afstanden mellem *A* og *B* kan øges derved, at man om de tilstrækkelig lange søiler *DD* anbringer en eller flere hule cylindere over hinanden, hvorved tverhovedet *C* løftes.

§ 4. Amsler-Laffons maskine

(fig. 6)

er en ganske ny maskine. Ved prøveanstalten i Zürich findes en 25 t.s maskine og bl. a. ved Nydqvist & Holms jernværk ved Trollhättan en paa 50 t.

Maskinen, fig. 6, drives hydraulisk. Strækket paa prøvestykket *A* maales ogsaa hydraulisk. Skruespindelen *B* tjener kun til at fastholde indspændingshovedet og til rask indstilling ved indspændingen af prøvestaver af forskjellig længde. Under maskinens gang bliver det nedre indspændingshoved staaende i ro. Det øvre indspændingshoved danner den nedre del af et bidsel, som oventil med en kniv hviler mod det store stempel *C*. Dette er omhyggelig forarbeidet uden pakning og bevæger sig saagodtsom friktionsløst i cylinderen. Rummet under stemplet *C* staar gjennem røret *D* i forbindelse med rummet over de to i hinanden løbende stempler *E* og *F*. Ligeledes gaar der fra den hydrauliske presses nedre del et rør *I* til arbeidspumpen *G*. Pumpen fødes fra oljebeholderen *H*. Oljen presses af pumpen ind i røret *I* og driver stemplet *C* opover. Trykket under *C* forplanter sig gjennem røret *D* til de to stempler *E* og *F*, som igjen trykker paa stemplet *K*. Rummet under *K* er i den nedre del fyldt med kviksølv, i den øvre halvdel med olje. Dette rum kommunicerer med et manometers glasrør. Kviksølvsøilen i røret stiger proportionalt med den paa prøvestykket virkende kraft. Denne kan aflæses paa en ved siden af glasrøret anbragt skala. Af kviksølvet bliver desuden en svømmer hævet tilveirs; denne bliver staaende, naar kviksølvet igjen synker. Svømmeren angiver saaledes maximalbelastningen. Kviksølvet kan stige 140 cm., saa aflæsningen er meget stor. Da ingen knive eller fjære findes i maskinen, men kun hydrauliske stempler uden pakning, saa bliver manometeraflæsningen meget paalidelig, idet den kun afhænger af stemplernes tversnit og kviksølvets specifiske vægt, — konstante størrelser. Et kontrolapparat er egentlig ikke nødvendigt. Om maskinen funktionerer rigtig, ser man straks paa kviksølvets jevne gang. For at ophæve friktionen mellem stemplerne *E* og *F* saa vidt muligt, bliver disse under maskinens gang automatisk dreiede frem og tilbage. Indspændingsapparaterne er meget greie. Rundstave hviler i staalhoveder, der ligger i kuglelagre, fladstave mellem riflede kiler, forsynede med tverbolte, der gaar gjennem de i prøvestavens ender anbragte huller. Indfatningsapparaterne og prøvestaven kan fra siden skyves ind i indspændingshovederne.

De to stempler *E* og *F* kan enten virke samtidig (som paa tegningen) eller kun det ene *E*, idet det tykkere gjennemborede stempel *F* med sin rand hviler mod cylinderens øvre del, saafremt der er lidet olje under stemplet *K*. Man kan

frembringe den ene eller den anden tilstand kun ved ind- eller udpumpning af olje under stemplet *K*. Hertil tjener den lille standpumpe *L*. Funktionerer kun det lille stempel *E*, saa bliver det hydrauliske tryk under stemplet *C* reduceret stærkere, end naar baade *E* og *F* samtidig er i virksomhed. I første fald svarer den hele stigehøide i manometerrøret til en kraft af 10 t., i det andet tilfælde af 50 t. Ved saaledes at kunne indstille maskinen paa to forskjellige maximalbelastninger kan ogsaa lidet modstandsdygtige legemer nøiagtig undersøges, og man kan ogsaa i dette tilfælde faa diagrammer af bekvem størrelse. Den største indspændingslængde mellem indspændingshovederne er noget over 30 c/m. Stemplets slag er lidt over 20 c/m.

Arbeidspumpen bestaar af 2 stempler. Disse har ligesaalidet som stemplerne til maalingen af kraften nogen læderpakning. Ventiler findes ikke i pumpen. Pumpen har den eiendommelighed, at den arbeider næsten fuldkommen jevnt, hvad der er nødvendigt for at faa pene diagrammer. Dette forudsætter naturligvis, at remskiven har en jevn bevægelse.

For at hæve stemplet *C* 1 c/m. opover udfordres ca. 40 omdreininger hos remskiven. For at sænke stemplet *C* efter et forsøg eller for at aflaste en prøvestav aabner man ventilskruen *M*, hvorved oljen paany rinder ned i oljereservoiret *H*. Ved trykforsøg kan prøvelegemet anbringes mellem de haarde, runde staalplader N_1 og N_2.

Maskinen er ogsaa forsynet med specielle apparater til bøiningsforsøg.

Maskinens pris, incl. bøinings- og trykapparater, er kr. 4 000.

§ 5. Emery-maskinen

(fig. 7 og 8)

bruges meget i Amerika. Den er almindelig anerkjendt for at være den nøiagtigste prøvemaskine, der kjendes. Den første blev konstrueret for de forenede staters regjering til en pris af kr. 200 000 med en kapacitet af 360 t. Den blev opstillet i Watertown-Arsenalet i Watertown (Massachusetts). Senere er flere mindre konstruerede. For nogle aar siden forlød det, at Emery var ifærd med at konstruere en maskine med en kapacitet af 1000 t.

Som exempel paa disse maskiners nøiagtighed kan anføres, at før den store maskine i Watertown blev modtaget, blev den prøvet. En lænke, 5 tommer (eng.) i diameter, blev afslit med en udvist kraft af 722 000 lbs. (1 kg. = 2,204 lbs.). Uden rejustering blev et hestehaar fæstet til maskinen og afslit med en udvist kraft af 1 lbs. Bemærkes maa det, at intet chock kan virke forstyrrende. Disse maskiner er derfor de andre overlegne i nøiagtighed. Prisen er imidlertid høi. En 70 t. maskine koster ca. kr. 30 000 (ifølge angivelse fra Gewerbemusæet i Wien). I Europa findes der kun 2 af denne klasse prøvemaskiner. Den ene ved Edinburgs universitet, den anden ved Gewerbemusæet i Wien. Nedenfor følger en kort beskrivelse af den i Wien værende maskine paa 70 t. (se skitsen fig. 7). Den har vertikal anordning, medens den oprindelige Watertown maskine har horisontal.

Maskinen falder i 2 dele som enhver prøvemaskine: den kraftfrembringende og den kraftmaalende del. *A* er en hydraulisk presse, hvis stempel *a* bærer indspændingsapparaterne *b*, der, naar stemplet gaar opad, øver stræk paa prøvelegemet, naar stemplet gaar nedad, øver tryk. Det faste underparti *c* bærer 2 store skruespindler *d*, langs hvilke hele partiet *A* kan bevæges opover for at afpasses efter prøvelegemernes længde. Pressen fødes af en damppumpe, som trykker vædsken (glycerin) fra forraadsrummet gjennem en ventilkasse og efterfølgende knærør ind i pressen. Ved maaling af kraften overføres den ikke direkte paa vægtarme. En slags hydraulisk presse anbringes mellem prøvelegemet og maaleapparatet. Det bestaar af et rundt kar *a* med vædske (fig. 8) (2 dele alkohol af 90^0 + 1 del glycerin). Paa den kredsformige aabning hviler der et papirtyndt messingblik og over dette en rund, stærk staalplade *b*, hvis diameter er nogle faa millimeter mindre end karret *a*'s. Herved bliver en ringformig strimmel af dækblikket fri og kan bevæges, naar staalpladen trykkes mod karret. Paa grund af vædskens ubetydelige sammentrykkelighed bliver imidlertid denne bevægelse uhyre liden. Bøiningsmodstanden i blikket er herved den eneste modstand, der kan optræde som feil ved omsætning af belastningen i hydraulisk pres. Dette kar anbringes mellem de to plader *ff*, og disse atter igjen i rammen *ee*, der er fæstet til det nedre indspændingshoved *b*. Bevæges nu stemplet *a* opover, øves stræk paa prøvelegemet *B* og derfra til rammen *e*, hvis nedre del vil trykke de to plader *f* sammen. Den øvre plade *f* trykkes da mod den øvre kant *m* af underlaget *c*. Som følge af dette tryk klemmes det hydrauliske kar, der er anbragt mellem *f*, sammen. Trykket her forplan-

tes gjennem en rørledning til et lignende mindre kar G i maaleapparatet. Dette sidste kars bevægelse overføres derpaa til et system vægtarme i, k, l og til viseren m; paa l kan en række smaavægte heftes. Bevægelsen i det hydrauliske kar er ikke større end 0,00004 m/m. Forholdet mellem diameterne af det store og det lille hydrauliske kar (G) er 20 : 1. Vægtapparatet behøver derfor kun at kontraballancere 3,5 t. Efter G følger vægtarmene i, l og m, hvilken sidste fungerer som viser. Forholdene her er 1 : 20, 1 : 20, 1 : 40. Den totale udveksling er derfor 320 000 til 1. Ganske smaa vægter er derfor tilstrækkelige til maaling af kraften. Maskinen er følsom paa $^1/_2$ kg., en følsomhed, ingen anden prøvemaskine kan opvise.

§ 6. Grafenstadens maskine

(fig. 9)

er en enarmet vægtarmsmaskine, ogsaa af vertikal anordning. Prøven holdes mellem indspændingsapparaterne A_1 og A_2. Det øvre indspændingshoved er forbundet med den vertikale skrue B. Denne kan ved tandhjulet G bevæges enten for haanden ved sveiven H eller maskinelt. Skruen B's nedre parti C kan ikke rotere, da det glider i en rende. Det nedre indspændingshoved A_2 er fæstet til vægtarmen F ved en kniv. Anordningen af knivene sees af tegningen. En løbevægt kan bevæges langs den graderede skala paa F. Den bevæges af en skruespindel fra enden af vægtarmen. En omdreining svarer til en belastningstilvækst af 500 kg. Mindre belastninger indtil 25 kg. kan aflæses som dele af en omdreining. Ved belastninger høiere end 40 t. maa vægtarmen paa enden belastes med særskilte vægte. Dens maximalbelastning er 50 t. F_2 bærer en modvægt for at kontraballancere F. Den kan derfor ogsaa tjene som kontrolvægtarm. Ved udbytning af indspændingsapparater kan maskinen ogsaa benyttes til forsøg med tryk, bøining og afskjæring.

Denne maskines pris er ca. kr. 4 500. Den bruges ikke ved nogen af de prøveanstalter, jeg besøgte. Derimod findes den ved en række jernværker og mekaniske værksteder.

Af andre vertikale maskiner, der er i brug, kan nævnes: Olsens 100 t. og 50 t. maskine, der bruges meget i Amerika. Den drives med skrue. Kraften maales ved et system af vægtarme.

Ved prøveanstalten i Charlottenburg findes Martens's maskine. Den er noget forskjellig fra de foregaaende. Kraften øves hydraulisk og maales med lodder.

Af horisontale maskiner er — foruden den før nævnte specielle form fra Buckton & Co. — Werders, Falcot-Frères og Greenwood & Batleys de almindeligste.

§ 7. Werder-maskinen

er i Tyskland meget benyttet. Af prøveanstalter, der er forsynede med denne, kan nævnes: prøveanstalterne i Zürich, München, Buda-Pest og Charlottenburg. Disse maskiner er paa 100 t., men kan ogsaa faaes paa 50 t. Prisen paa de 100 t. maskiner er kr. 23 000, for 50 t. maskinen ca. kr. 6 000.

Denne maskine findes udførlig beskrevet i «Mittheilungen a. d. mechanisch-technischen Laboratorium in München», Heft 1 & 3, 1882. Den første blev konstrueret i 1852. Man kan trygt sige, at en større del af de sidste 15 aars mekaniske undersøgelser er udført med denne maskine. Specielt har prof. Bauschinger med Werder-maskinen udført en række grundlæggende undersøgelser med en nøiagtighed som aldrig før.

En kort beskrivelse af principet og de vigtigste hovedtræk vil findes i det efterfølgende.

Som af schemaet, fig. 10, fremgaar, har denne maskine den eiendommelighed, at apparaterne saavel til kraftfrembringelsen som til kraftmaalingen befinder sig paa samme side af prøvestykket. Som følge heraf kan maskinen prøve stykker indtil en længde af 10 m. saavel for tryk som for stræk, idet prøvestykkets andet indfatningsparti til venstre kan forskyves efter behag. Den hydrauliske presses stempel virker paa den korte arm af vinkelvægtarmen l. Naar stemplet bevæger sig udad, holdes vægtarmen l ved belastning horisontal trods prøvestykkets deformation. Fig. 11 viser de vigtigste dele. R er det hydrauliske stempel, som virker mod en kniv paa vægtarmen L_1, der i virkeligheden er en vinkelarm, med den korte arm nedad. Tverhovedet C_1, der holder det ene af indspændingsapparaterne S_1, er med bolterne t, t forbundet med et tverhoved, der bærer de andre knive, der støtter vægtarmen. Hvis prøvelegemet strækker sig, bevæger C_1 sig til høire, og vægtarmen falder ned; hvis nu stemplet bevæges mod høire, hæves vægtarmen igjen. Det andet tverhoved C_2, der holder det andet indspændingsapparat S_2, kan bevæges paa jernbanespor og anbringes i den forønskede afstand

fra maskinens faste ramme ved indskyvningsstykkerne *d*, *d*. (Prøvestykket *S* er paa figuren forsynet med et specielt apparat *m* til maaling af forlængelsen.) Paa vægtskaalen til høire kan forholdsvis smaa vægte anbringes for at holde vægtarmen horisontal. Dette betinger imidlertid, at vægtarmforholdet er meget stort. Paa den almindelige 100 t. maskine er den lille vægtarm kun 4 m/m. lang; armforholdet er 500 : 1. Den lille arm vil derfor ikke kunne maales med den tilstrækkelige nøiagtighed, naar maskinens armforhold skal bestemmes. Af den grund haves en kontrolvægtarm L_2 med armforhold 10 : 1, der nøiagtig kan maales. Denne arm virker mod tverhovedet C_1 og kontrolballancerer vægtarmen L_2, hvorved armforholdet hos denne vægtarm ogsaa kan bestemmes. Til nøiagtig iagttagelse af L_1's horisontale stilling tjener en almindelig libelle. — *g* er et lidet haandhjul til at bevæge stemplet tilbage efter en udført prøvning.

Skal korte prøvestykker paavirkes ved tryk, anbringes stykket mellem C_1 og bagsiden af den hydrauliske presse. Lange stykker anbringes mellem C_1 og C_2, idet bolterne *t*, *t* nu forlænges til C_2. Specielle apparater haves ogsaa for bøinings-, afskjærings- og torsionsforsøg.

§ 8. Amsler-Laffons trykmaskine for cement.

(fig. 12.)

Maskinen er en hydraulisk presse, hvor vædsketrykket ved hjælp af et system af stempler er saa vidt reduceret, at det bekvemt kan maales ved modtrykket fra en kviksølvsøile af bekvem høide, ganske som ved den i § 4 omtalte strækmaskine for jern og staal.

A er trykstemplet. *B* og *C* er stempler, der tjener til at reducere det tryk, der findes under *A*. *D* er kviksølvmanometer, hvis væsentligste del bestaar af et aabent glasrør, hvis nedre del staar i forbindelse med rummet under stemplet *C*. Prøvelegemet *E* ligger mellem de to trykplader *F* og *G*, af hvilke den første ligger mod trykstemplet *A* med en kugleflade, saa den kan indstille sig selv. Den øvre plade *G* hænger ved den nedre ende af skruen *H*, der ved haandhjulet *I* kan bringes i en passende høide. Cylinderen *K*, hvori stemplet *A* bevæger sig, er fyldt med ricinusolje. Naar man presser stangen *L* ind i cylinderen *K*, øves der et tryk paa vædsken, hvorved stemplet *A* hæves og det tynde stempel *B* drives nedover. Stemplet *B* trykker mod det større stempel *C*, og dette øver igjen tryk paa den underliggende vædske. Denne bestaar nærmest stemplet af en skikt tyndflydende maskinolje, der har til opgave at tætte stemplet. Under oljen befinder der sig kviksølv, der udfylder den nedre del af cylinderen *M* og det til manometerrøret førende rør. Som følge af det tryk, som stemplet *C* øver paa den underliggende vædske, stiger kviksølvet i glasrøret, indtil det holder trykket i ligevægt. Paa skalaen paa høire side af glasrøret aflæses det totale tryk i ton, som stemplet *A* øver. Paa skalaen paa venstre side aflæses det tryk i kg., som øves paa 1 cm.^{2} af normalprøvelegemets grundflade. Som normalprøvelegeme anvendes en terning med 7 cm.'s sider Maskinens maximaltryk, 30 000 kg. paa stemplet *A*, svarer til en kviksølvhøide af 140 cm.

Denne maskine er nu meget almindelig i brug, særlig i Tyskland. Dens pris er kr. 1 100.

§ 9. Mohr & Federhaffs maskine.

(fig. 13.)

Indspændingen af prøvestaven foregaar vertikalt med en kraftskrue *S*, som paa sin øvre ende bærer et tverstykke af støbestaal, som paa begge sider er ført langs to søiler, og staar ved kraftige kiler i forbindelse med indspændingsapparaterne paa den nedre ende af prøvestaven. Skruens dreining i tverhovedet er forhindret ved en indlagt kile *K*, som efter endt forsøg borttages, forat man umiddelbart med haandhjulet *H* atter igjen kan skrue spindelen tilbage til begyndelsesstillingen. Skruemutterens bevægelse frembringes ved hjulet *W* og en snekke, som igjen staar i forbindelse med en dobbelt hjuludveksling, der enten kan bevæges af en rem eller umiddelbart ved en haandsveiv. Remskiverne er saaledes anordnede, at man kan faa forskjellig hastighed. Prøvestavens spænding optages af en differentialvægt, som med en kraftig kniv *C* hviler paa de to søiler *A* og *B*'s tverhoved. Bevægelsen overføres ved trækstangen *Z* til vægtbjælken *W*, der er forsyne med løbevægt. Dennes vei er for en kraft af 50 000 kg. 1 000 m/m. Vægtarmens deling er valgt saaledes, at man ved hjælp af en nonius kan aflæse med en nøiagtighed af 10 kg. Forskyvning af løbevægten finder sted ved hjælp af et hjul ved vægtarmens ende. Maskinen er desuden forsynet med apparater til automatisk optegning af diagrammer.

§ 10. Af horisontale maskiner

er foruden Werders de fra firmaet Greenwood and Batleys, Leeds, de mest bekjendte. En saadan findes blandt andre steder i prøveanstalten ved de belgiske jernbaner i Malines. Her haves en 500 t. maskine, den egentlige Kirkaldy's maskine. Denne saavelsom Hoppes 500 t. maskine i Charlottenburg bliver adskillig benyttet til prøvning af større bygningsdele og til stenundersøgelser. Ogsaa disse maskiner drives hydraulisk. Kraften maales som ellers ved vægtarmudvekslinger. Prisen er selvfølgelig høi. Kirkaldy's maskine koster f. ex. 125 000 fr.

Falcot-Frères maskine saa jeg kun ved «*École nationale des ponts et chaussés*» i Paris. Den drives ved kraftskrue. Paa passende vægtarme udmaales ogsaa her kraften.

Foruden de her nævnte maskiner er der i brug, og har der tildels været i brug, en række andre maskiner. Af disse kan nævnes: Fairbanks (ligner Grafenstadens), Thomassets (manometermaskine), den før nævnte Olsens, Adamsons, Maillards etc. At gaa nærmere ind paa disse vilde her føre for langt.

§ 11. Cementundersøgelsesapparater.

Disse er for vel kjendte til at behøve nærmere forklaring. Foruden den før nævnte presse er følgende de vigtigste: Michaëlis afslitningsapparat, fig. 23 b, Vicats naaleapparat, fig. 23 c, sigteapparat, fig. 23 d, hammerapparat for tilberedning af prøvestykker for stræk og tryk, fig. 23 e. Afgnidningsmaskine til bestemmelse af stenes slitage bestaar af en roterende metalplade, hvorimod prøven klemmes med en bestemt kraft. Pladen bestrøes med en bestemt mængde smergel. Efter et vist antal rotationer bestemmes prøvens vægttab.

ANDET KAPITEL.

MAALEINSTRUMENTER.

For at maale prøvestykkernes længde, bredde etc. kan almindelige graderede maaleinstrumenter ofte benyttes. I en række tilfælder kan deformationen (forlængelse, bøining etc.) ogsaa maales med de samme instrumenter. For mere nøiagtige maalinger, f. ex. af deformationen inden proportionalitetsgrænsen, maa specielle apparater benyttes. Af saadanne findes der en række specielt til bestemmelse af forlængelser. Ved en stor del af disse apparater bevæger den ene ende af en ulige-armet vægtstang, i form af en viser, sig henad en graderet skala.

De almindeligste maalinger udføres med maalestav med nonius, fig. 14, hvorved maalinger kan udføres med en nøiagtighed af $^1/_{100}$ m/m. Almindelig benyttet ved bestemmelse af smaa prøvelegemers længde eller tykkelse er ogsaa den almindelige skruemikrometer, fig. 15. Afstanden mellem 2 faste flader maales lettest ved en finmaalingsskrue, som fig. 16. Til bestemmelse af et prøvestykkes forlængelse ved stræk har Kennedy konstrueret et extensometer, fig. 17. Det bestaar af det retvinklede stykke *f*, der bærer en ulige-armet vægtstang *i*. 2 staalspidser fæstes ved elastiske baand *c* til prøvestykket *S* — den ene paa enden af *f*, den anden paa enden af den korte arm hos viseren *i*. Disse spidser anbringes i smaa punkter, der er indhuggede i prøvestykket. Vægten *w* tjener til at holde apparatet i ballance. Den lange arm *i* er viser, der, naar prøvestykket strækkes, bevæges om sin akse. Vægtarmforholdet er 100 : 1, og aflæsninger kan gjøres med en nøiagtighed af indtil 0,003 m/m. De fleste finere maaleapparater med viser hviler paa et noget lignende princip. Ved Bauschingers og Martens' speilapparat benyttes optiske instrumenter for at maale ganske smaa forlængelser, væsentlig for at bestemme elasticitetsgrænsen. Disse apparater har desuden den fordel, at man maaler dobbelt, idet forlængelsen aflæses paa begge sider af prøve-

stykket. Midlet af disse maalinger bliver da den endelige forlængelse.

§ 1. Bauschingers speilapparat.

(fig. 18.)

Dette bestaar af 2 springfjædre a, a, der med en eg klemmes til prøvestykkets ene ende. Paa den anden ende sidder ligeledes to modsatte egge, der bærer et par ebonitruller d_1 og d_2, der staar i forbindelse med de to speil g_1 og g_2. Naar nu prøvestykket mellem a og b strækker sig, vil de ru plader paa venstre ende af staalfjædrene c_1 og c_2 gnide mod ebonitrullerne, der saaledes bringer speilene til at rotere. Denne rotation kan nu bestemmes ved kikkerterne e_1 og e_2, hvor aflæsning kan foretages paa skalaen f. Paa speilene findes horisontale og vertikale justeringsskruer, saa skalaen kan indstilles i kikkerternes synsfelter. Det vil nu indsees, at en strækning δ mellem a og b vil fremkalde en rotation af speilene paa en vinkel $= \frac{\delta}{r}$, hvor r er rullernes radius (den ganske lille vinkelbue kan nemlig sættes lig dens tangens). Om nu for exempel radius er $=$ 0,3214 cm. og h skalaens distance fra speilet $=$ 160,7 cm., saa fremkommer der to ligedannede triangler; det ene begrænses af katheterne h og den halve aflæsning paa skalaen ($^1/_2$ m.), det andet triangel begrænses af katheterne δ (forlængelsen) og r, rullens radius. Da disse triangler er ligedannede, saa maa

$$\frac{^1/_2 \text{ m}}{\text{h}} = \frac{\delta}{\text{r}}$$

$$\delta = \frac{\text{r m}}{2\ \text{h}}$$

Sættes m $=$ 1 m/m. $=$ 0,1 cm., og indsættes værdierne, faaes:

$$\delta = \frac{0{,}3214 \cdot 0{,}1}{2 \cdot 160{,}7} = 0{,}0001 \text{ m/m.}$$

Man ser altsaa, at 1 m/m. paa skalaen svarer til en virkelig forlængelse af prøvestykket paa 0,0001 m/m.

Martens's speilapparat ligner i alt væsentligt det foregaaende. Istedetfor ebonitruller haves her et staalparallelepiped, hvortil speilene er fæstede. De skarpe kanter af parallelepipedet staar paa den ene kant klemt mod prøvestykket. Den modsatte kant hviler i et hak i en springfjæder. Naar prøvestykket nu forlænges, vil parallelepipederne bevæge sig om sin store akse og aflæsning foretages paa samme maade som før.

Automatiske registreringsapparater

har mange fordele. De optegner en kurve, hvoraf man kan se den af enhver belastning fremkaldte formforandring. Dette gjælder kun efter proportionalitetsgrænsen, idet formforandringerne inden denne — som før nævnt — er for smaa til nøiagtig at kunne optegnes som kurve. Efter proportionalitetsgrænsen viser imidlertid diagrammerne paa en klar, tydelig maade prøvestykkets forhold under belastningen, medens det giver efter — under «Fliesen».

Flere af de før nævnte prøvemaskiner har sine egne registreringsapparater konstruerede for den specielle maskin. Af disse kan nævnes:

§ 2. Wicksteed-maskinens registreringsapparat.

(fig 19 og 20, sammenholdt med fig. 1.)

Diagrammet optegnes paa et papir, der er klemt omkring cylinderen D. Den koordinat, som paa diagrammet i naturlig størrelse angiver prøvestykkets forlængelse, faaes ved cylinderens rotation, fremkaldt ved et snøre, der vikles rundt denne og staar i forbindelse med prøvestykkets nedre ende I (fig. 1). Naar punkterne I I bevæger sig fra hinanden, fremkalder draget i snøret en tilsvarende rotation af cylinderen. Diagrammets anden koordinat viser de til forlængelserne svarende belastninger. Dette sker derved, at en tegnestift P forskyves langs cylinderens længdeakse proportionalt med den belastning, for hvilken prøvelegemet udsættes. Denne forskyvning frembringes ved en mindre hydraulisk presse, som med et rør staar i forbindelse med hovedapparatets store presse. Endvidere findes en cylinder med en kraftig fjæder. Gjennem begge løber stangen R, hvis ene ende udgjør den hydrauliske presses stempel, og til hvis anden ende tegnestiften P er fæstet. Stangen R staar med en stødring klemt til fjædren C, der sammentrykkes, naar vandtrykket presser stemplet ud af cylinderen, og hvis spændkraft kontraballancerer det paa stemplet virkende tryk. Da fjædrens sammentrykning er proportional med den paa stangen virkende resultantkraft fra den hydrauliske presse, saa bliver stiftens udslag proportional den resulterende kraft. Hvis der ingen friktion var i registreringsapparatets eller hovedapparatets stempelpakninger, vilde belastningen af R være proportional med prøvestangens belastning. Saadan friktion er imidlertid tilstede, og man maa gjøre sig saavidt muligt uafhængig

af denne. Hovedapparatets stempel har under et forsøg stadig samme bevægelsesretning, og ihvorvel den paa prøvestykket overflyttede belastning mindskes ved friktionen, bliver den i alle fald proportional med trykket pr. fladeenhed i vandmassen. Men saaledes er forholdet imidlertid ikke ved registreringsapparatets stempel, idet friktionskraften der ikke altid har samme retning. Under forsøget stiger belastningen nemlig til et maximum. Belastningen aftager derefter, til den bliver = 0, idet prøvestangen brister. I denne periode bevæger stemplet sig den modsatte vei. Denne omkastning af bevægelsens retning, og dermed friktionskraftens retning, vilde gjøre diagrammerne omtrent værdiløse. Man kan imidlertid afhjælpe denne ulempe, idet man giver stangen R en roterende bevægelse ved den paa figuren antydede udveksling. Punkterne i stangens periferi erholder derved en i forhold til bevægelsen i længderetningen stor hastighed, enten stemplet bevæger sig ind eller ud, hvorved disse punkters resulterende hastighed lidet kommer til at afvige fra perpendikulæren paa stangens længderetning. Herved vil den indflydelse, friktionen vil øve paa de udslag, stangen R gjør, elimineres. For at bestemme den skala, hvorved belastningens størrelse angives i diagrammet, anmærker man paa dette stiftens plads ved nogle paa vægtarmen aflæste belastninger. Man kan ogsaa herigjennem undersøge, om stiftens udslag er proportionale med belastningen.

§ 3. Pohlmeyer-maskinens selvregistreringsapparat

kan sees antydet i fig. 4. Idet pendelen Q gjør udslag (til høire), vil stangen T skyve stangen S opover. Øverst paa denne stang findes en række tænder, der saaledes bringer viseren U til at rotere. Efter viserens stilling paa skalaen kan man saa til enhver tid aflæse kraften. Ønsker man diagrammer, kan dette let faaes. Man forsyner enden af stangen S med en blyant. Dennes bevægelser opover vil da være proportional med kraften. Paa en fast akse V kan man fæste en cylinder, hvorover spændes diagrampapir. Denne cylinder staar paa almindelig maade ved hjælp af snor i forbindelse med prøvestykket. Eftersom dette forlænges, roterer cylinderen ligesaa meget. Det indsees da let, at kurvens ene koordinat bliver proportional med kraften, og den anden koordinat = cylinderens bevægelse, o: prøvestykkets forlængelse ved den angivne kraft.

§ 4. Amsler-Laffons-maskinens selvregistreringapparat.

(Fig. 21.)

Skrivestiften a bæres af stangen b, der ved et snøre er fæstet til svømmeren i manometerglasrøret. Stangen bevæger sig nu nedover, efterhaanden som svømmeren i manometerglasrøret bevæger sig opover. Skrivestiftens vertikalbevægelse angiver saaledes kraften. Skrivestiften tegner diagrammet paa det papir, der omgiver cylinderen c. Denne cylinder bevæger sig om sin store akse i samme forhold, som prøvestykket forlænges. Dette sker paa følgende maade:

Vægten d bestræber sig for at dreie tandcylinderen f. I denne cylinder griber tandhjulet g ind. Dette er befæstet i midten af en stang, der oventil er forsynet med skruevinding til høire, nedentil med skruevinding til venstre. Rørene h_1 og h_2, hvortil er fæstet armene k_1 og k_2, har skruevindinger svarende til stangens. De to arme k_1 og k_2 lægger sig imod de to klemmer l_1 og l_2, der kan fæstes paa prøvestykket i bestemte afstande. Berører nu armene k_1 og k_2 klemmerne l_1 og l_2, saa kan hjulet g ikke dreie sig. Strækker prøvelegemet sig, saa fjerner l_1 og l_2 sig fra hianden, og tandhjulet g dreier sig og skruer rørene h_1 og h_2 fra hinanden, indtil armene k_1 og k_2 paany berører klemmerne l_1 og l_2. I samme forhold som nu tandhjulet g bevæger sig, dreier ogsaa tandcylinderen f sig. Imod denne hviler med et svagt tryk registreringscylinderen c, der altsaa dreies i samme forhold. Prøvestykkets forlængelse registreres i 20 ganges forstørrelse. En anden faststaaende skrivestift m tegner absisseaksen. Ved prøvestykkets brud sættes registreringsapparatet automatisk ud af virksomhed.

§ 5. Diagrammer.

De saaledes fremkomne diagrammer er naturligvis af meget forskjellig form. For smedejern og staal er formen i almindelighed som fig. 22 og 23. Indenfor elasticitetsgrænsen A og C, fig. 22, er kurven en ret linie; deformationen er her proportional med kraften. Stykket AB og CD svarer til en tilstand, da materialets deformation for en væsentlig del er permanent. Ved stræk har man maximumsbelastningen i D, men deformationen kan drives videre med en formindsket belastning, til prøvestykket brister i punkt E. Stykket DE er meget stærkt synkende paa grund af den lokale kontraktion og dermed følgende stærke forlængelse af et ganske lidet parti af prøvestykket.

I sammentrykningskurven AB er kurven mere jevn, da ingen lokal deformation her indtræder. Blandt de almindelig benyttede konstruktionsmaterialer er det væsentlig hos smedejern og valset staal, at et parti af kurven er en saa godt som ret linie. For saadanne materialer er der efter punkt A (se fig. 23) et parti AB, hvor kurven afviger noget fra den rette linie. Punkt A kaldes af Bauschinger proportionalitetsgrænsen; andre kalder det elasticitetsgrænsen. (Der har i det hele taget været adskillig strid om, hvad der skal forstaaes ved elasticitetsgrænsen, noget, der ikke her nærmere kan gaaes ind paa.) Et lidet stykke efter punkt A, ved B, er der for adskillige valsede eller hamrede materialer en skarp synkning i kurven. Dette punkt B kaldes af englænderne «*yielding point*». Bauschinger benævner det «strækgrænsen». Grunden til dette knæk i kurven har enkelte forsøgt at finde i et længdestræk af de i materialet indesluttede blærerum; andre har ment, at grunden til, at kurven efter punkt C atter stiger, skriver sig derfra, at materialet bliver haardere, og ser deri for flusjerns vedkommende ogsaa et bevis for, at ved strækning en delvis omvandling af α-jern med chemisk bundet kulstof til β-jern med frit kulstof finder sted. Denne antagelse mener mange maa være den rigtige, da meget haarde flusjernsorter, der indeholder en meget høi procent af β-jern, ikke viser denne eiendommelighed. Andre mener igjen, at materialets fasthed ved punkt B kan staa i forhold til den fasthed, materialet har havt under valsningen uden netop at være identisk med den. Af betydning er det i hvert fald, hvor lang tid prøvestykket udsættes for stræk ved punkt B. Et meget vigtigt punkt i kurven er endvidere D, der svarer til maximalbelastningen. Derefter begynder den lokale kontraktion at indtræde, og prøvestykket brister selv ved en mindre belastning end maximalbelastningen.

Paa grundlag af disse observationer, særlig maximalbelastningen, forlængelsen og tversnitsformindskelsen i bruddet, har man forsøgt at danne saakaldte værdiziffre. Wøhler foreslog at maale et materiales modstandsdygtighed ved summen af brudspændingen (maximalbelastningen) og tversnitsformindskelsen og samtidig fastslaa en nedre grænse for hver af dem. For exempel: Der forlanges en fasthed af mindst 50 kg. pr. m.^{2} og en tversnitsformindskelse af mindst 20 pct. Summen af begge skal mindst være 85. Som værdiziffer mener Tetmajer, at produktet af strækfasthed og forlængelse efter bruddet bedst egner sig, idet dette mere staar i forhold til den af diagrammet begrænsede arbeidsflade.

Andre som Martens mener igjen, at det overhovedet ikke lader sig gjøre paa en heldig maade at opstille værdiziffre. Imidlertid har forskjellige institutioner som tekniske foreninger, marinerne, assuranceselskaber o. s. v. opstillet visse bestemte tal, som de benyttede materialier ikke maa underskride; ofte finder man ogsaa værdiziffre opstillede.

TREDIE KAPITEL.

DE ALMINDELIGE PRØVER.

§ 1. Metaller.

1) Strækprøve. Den almindeligste prøve, afslitningsprøven, er nu almindelig anerkjendt. Man undersøger elasticitetsgrænsen, strækgrænsen, strækfasthed, brudfladens kontraktion, strækningen efter bruddet, angiver ofte ogsaa kvalitetskoefficienten (produktet af spec. strækfasthed og relativ strækning).

2) Trykprøve udføres, og kan ogsaa elasticitetsgrænsen, om ønskes, undersøges.

3) Slagprøve udføres med faldværk og foretages kun paa større stykker, som skinner, aksler, for at prøve deres modstand mod stødvis virkende kræfter, saaledes som de i brug udsættes for. Prøvestykket anbringes sikret mod dreining — uden dog at fastklemmes — paa passende underlag, saaledes at det sted, der skal optage slaget, nøiagtig ligger i loddets tyngedlinie. Faldhøiden er ofte 6 m. Loddets vægt 500 eller 600 kg. I sjeldnere tilfælder 1000 kg. Paa en vedhængende skala kan faldhøiden aflæses. Slagarbeidet beregnes

som produkt af loddets vægt og faldhøiden ÷ friktionen. Denne sidste bestemmes derved, at man mellem optrækningstouget og loddet anbringer en stærk fjædervægt. Idet loddet langsomt bevæger sig opover, angiver fjædervægten loddets vægt + friktionen. Bevæger loddet sig derimod langsomt nedover, aflæses paa fjædervægten loddets vægt ÷ friktionen Ligeledes kan den virksomme vægt bestemmes af virkningen af et slag af bestemt faldhøide paa et cylindrisk legeme af bekjendt arbeidskapacitet. Saaledes har Münchenerkonferencen foreslaaet normalkobberstykker af 53,5 m/m. diameter. Saadanne kan faaes ved den mekanisk-tekniske forsøgsanstalt i Berlin. Endvidere har den omtalte konference anbefalet, at man kun skulde anvende saadanne faldværk, hvor friktionsarbeidet i det høieste beløber sig til 2 pct. af slagarbeidet.

4) Bøieprøver foretages særlig med pladejern, flad- og vinkeljern paa smale strimler. Oprindelig udførtes saadanne prøver væsentlig for haanden. Nu har man maskiner dertil, hvorved resultaterne bliver mere uafhængige af den, der udfører forsøget. Man skiller mellem bøining efter en bestemt radius og fri ombøining. I første tilfælde benyttes ofte en maskine som fig. 24, 25 eller 26, hvor bevægelsen gjerne frembringes for haanden. Maskinernes anordning forøvrigt vil fremgaa af tegningerne. Den frie ombøining foretages simplest, som fig. 27 viser. Dog har man ogsaa hertil maskiner. Bøieprøver foretages med prøvestykket i a) kold, b) varm og c) hærdet tilstand. Forskrifterne for bøiningsradius er meget forskjellige.

5) Klangprøve har til opgave at udfinde indre feil, hulrum etc. i plader. Smaa slag med en hammer vil frembringe en dump, mørk lyd, hvis der er feil. I tvilsomme tilfælder kan pladen anbringes horisontalt og bestrøes med sand. Efter sandets fordeling ved slagene kan man i saa tilfælde faa nyttige vink.

6) Smedeprøver underkaster man vinkeljern, nitjern, vinkelstaal, façonjern og staalplader.

7) Afskjæringsprøve gjøres paa nitjern.

§ 2. Naturlige og kunstige bygningsstene.

Man undersøger paa naturlige stene:

1) volumvægt uden porer,
2) volumvægt med porer,
3) porøsitet,
4) haardhedsgrad,
5) vandoptagningsevne,
6) frostbestandighed,
7) veirbestandighed,
8) vandets opblødende evne,
9) strækfasthed,
10) trykfasthed,
11) afskjæringsfasthed,
12) bøiningsfasthed

etc.

De kunstige bygningsstene prøves paa:

1) farve, struktur, konstruktions- og overfladebeskaffenhed,
2) stenens vægt,
3) massens volumvægt med og uden porer,
4) massens porøsitet,
5) haardhedsforhold,
6) vandoptagningsevne,
7) frostbestandighed,
8) veirbestandighed,
9) opblødningen i vand,
10) gehalten af opløselige salte,
11) gehalten af læskbare legemer,
12) tagstenes gjennemtrængelighed,
13) trykfasthed,
14) bøinings- og brudfasthed,
15) gehalten af kulsur kalk og pyrit

etc.

§ 3. Bindemidler (kalk, gibs, portlandcement, romancement, hydraulisk kalk, slagcement, naturlig cement o. s. v.).

Følgende egenskaber undersøges i almindelighed:

1) chemisk sammensætning,
2) læskningsforhold,
3) udbytte i volum efter læskningen,
4) specifisk vægt af bindemidlet i pulverform,
5) volumvægt,
6) glødningstab,
7) bindeforhold,
8) temperaturstigning,
9) volumbestandighed,
10) maalingsfinhed,
11) fasthed uden sandtilsætning,
12) fasthed med sandtilsætning,
13) fasthed ved kistilsætning,
14) frostbestandighed

etc.

§ 4. Om bestemmelse af hydrauliske bindemidlers volumbestandighed.

De almindelige prøver paa volumbestandighed hos hydrauliske bindemidler i vand af almindelig temperatur og i luft var indtil 1870 følgende:

a) kugleprøven, forarbeidet med saa meget vand, at kuglen holder form;

b) kageprøven, anbragt paa en tag- eller mursten;

c) glasprøven, hvor den tykflydende cementdeig er indfyldt i glascylinder, prøveglas, drikke- eller standglas af middels vægtykkelse — og

d) den engelske tørreprøve, hvor cementdeigen i normalkonsistens støbes til en kage enten paa opsugende underlag paa filtrerpapir eller paa underlag, der ikke suger op, f. eks. paa vinduesglas. Kagen toges enten straks eller efter bindingen — i sidste tilfælde skilt fra glasset — og anbragtes paa en varm jernplade (dampkjedel) ved 100—110° til fuldstændig udtørring.

Efter disse prøver kom i begyndelsen af 70-aarene flere nye som

e) den skjærpede tørreprøve efter dr. Michaëli. Denne er en videre udvikling af den engelske tørreprøve, idet et passende slebet urglas blev anbragt over den kage, der skulde prøves, hvorved varighed og intensitet steg ved en længere indvirkning af de nu under en del tryk værende vanddampe.

f) dr. Heintzels damptørreprøve skriver sig fra 1872. Han tager den tilstrækkelig hærdede glaspladekage fra pladen og anbringer den paa et jerntraadnet med vide masker, hvorefter kagen udsættes for dampen fra et kogende vandbad;

g) høitrykprøven ved 120—200° skriver sig fra slutten af 70-aarene. Den blev udarbeidet af dr. Erdmenger og dr. Michaëli uafhængig af hinanden. I 1880 udtog dr. Michaëli et patent paa prøvning af cementmørtel paa volumbestandighed, idet ved høitryk hærdningsprocessen ved volumbestandige cementer antoges i faa timer at fuldendes. Da han imidlertid havde paavist, at ved en temperatur af 130—180° danner ætskalk sammen med kvartsagtig kiselsyre kalkhydrosilikat, saa forkastede han prøvning af hydrauliske bindemidler med sandtilsætning og vilde kun anvende denne prøve paa det rene bindemiddel og kun paa den del, der gaar gjennem sigt med 4900 masker. Dr. Erdmenger kunde imidlertid ikke tiltræde denne sidste mening.

h) Glødeprøven udføres paa kugler (300 gr. cement og 60 c/m³ vand). Kuglen anbringes først paa en gibsplade, hvorved den hurtig hærdner. Nu anbringes kuglen paa en tynd jernplade og ophedes med en Bunsens brænder, først forsigtig og med spidsen, senere raskere. Prøven varer 3 à 4 timer.

i) Kogeprøven fandt nu mere og mere indpas. Samtidig blev den fordring anerkjendt, at en saadan skjærpet og hurtig volumbestandighedsprøve først maatte finde sted efter fuldendt binding. Denne prøve blev antaget af Wienerkonferencen 1893. Spørgsmaalet er imidlertid taget op igjen og skal forelægges førstkommende internationale kongres. Den Heintzelske kugletørre- og kagetørreprøve foretages umiddelbart efter forarbeidelsen. Kogeprøven udføres saavel med kager, strækprøver som med kugler. Den er meget let at udføre og fordrer ingen specielle apparater.

Disse forskjellige prøvemethoder er fremdeles under diskussion. Saa meget tør imidlertid udtales, at glasprøven c) forlængst er forkastet som upaalidelig. Kagetørreprøven menes af mange at være egnet til at opdage en virkelig farlig cement. Dampkogeprøven ansees for at være skarpere end den foregaaende. Kugletørreprøven (glødeprøven) er maaske for streng. Holder cementen denne prøve, er sagen klar, hvis ikke, maa man yderligere prøve efter andre methoder. Den er naturligvis at foretrække, hvor der handles om af givne cementer at vælge ud en særlig god eller den bedste. Den almindelig benyttede 7 og 28 dages kageprøve under vand er i alle tilfælde den, der er afgjørende.

§ 5. Bygningstræ.

Undersøgelser gjøres over:

1) Fibrenes løb,

2) antal og beskaffenhed af kvistknuder i længdesnittet,

3) den gjennemsnitlige bredde hos aarringene,

4) tversnittets forandring,

5) træringenes beskaffenhed,

6) det midlere forhold mellem høstved og vaarved,

7) fugtighedsgraden,

8) tætheden ved modtagelsen og efter tørring ved 105° C.,

9) volumvægten,

10) strækfasthed,

11) trykfasthed,

12) knækningsfasthed,

13) afskjæringsfasthed,
14) bøiningselasticitet,
15) bøiningsfasthed
etc.

§ 6. Traade, touge, drivremme, kjettinger etc.

Disse undersøges paa:
1) ydre beskaffenhed,
2) fugtighed,
3) askegehalt (hos hampetoug),
4) strækningsforhold,
5) strækfasthed;
undertiden udføres ogsaa:
6) torsionsprøve, og
7) den gjentagne ombøiningsprøve.

§ 7. Smørematerialer.

Følgende undersøgelser udføres:
1) bestemmelse af indre rivning,
2) — - viskociteten,
3) adhæsionsionsevnen,
4) specifisk vægt,
5) oljernes og fedtarternes forhold i luften,
6) smeltepunkt,
7) frysepunkt,
8) opflamningspunkt,
9) antændelsespunkt,
10) kogepunkt,
11) bestemmelse af syregehalt,
12) paavisning af tilblandinger af forskj. art,
13) bestemmelse af rivningsmodstand,
14) varmeudviklingen i friktionsfladerne.

§ 8. Papir.

Følgende egenskaber undersøges:
1) afrivningsfasthed og strækning i to retninger,
2) modstand mod sammenkrølling og gnidning,
3) askegehalt,
4) indhold af træmasse,
5) mikroskopisk undersøgelse af papirets fibre og andre stoffe,
6) chemisk undersøgelse af limningen og gehalt af frie syrer.

§ 9. Diverse.

Under materialprøvningen kommer ogsaa undersøgelser af en række andre legemer som tøier, farver, brændmaterialer, som stenkul, trækul, koks, træ, torv etc., flydende og gasformige brændmaterialer, endvidere: blæk, lak o. s. v., lysoljer, konserveringsmidler for bygningsmateriale, ler, mergel og kalksten med specielt hensyn paa deres anvendelse som raamaterialer for tilvirkning af hydrauliske bindemidler, jernertser, jernsorter (rujern, «spiegeleisen», ferromangan, ferrosilicium, ferrokrom etc.), legeringer (aluminiumbronce og messing, ferroaluminium, fosforbronce, legeringer af tin, antimon, kobber, vismuth etc.), asfalt, dyrisk og vegetabilsk lim etc. etc.

FJERDE KAPITEL.

UNDERSØGELSESMETHODERNE.

(Anbefalede af de fire første afholdte kongresser for tilveiebringelse af ensartede prøvningsmethoder.)

I. Almindelige bestemmelser.

1) Enhver maskine, der benyttes til teknisk prøvning af materialier, maa være saaledes indrettet, at den sikkert kan prøves paa sin nøiagtighed.

Konstruktionen maa være saaledes, at ved rigtig behandling maa støvis virkning af belastningen saavidt gjørligt undgaaes. Dette kan ske saavel ved de maskiner, der benytter hydraulisk tryk, som de med skrue. For praktisk behov er det ikke nødvendigt at have nogen

særskilte midler til at gjøre maskinen selvvirkende.

2) Et godt indspændingsapparat maa være saaledes beskaffent, at tryk eller stræk bliver saavidt muligt jevnt fordelt over forsøgsstykkets tversnit.

Hertil udfordres:

α) Ved trykprøver:

a. fri og lettest mulig bevægelighed hos den ene af de to trykplader til alle sider;

b. saavidt muligt jevne og parallele trykflader paa prøvestykkerne, der i dette øiemed, hvis materialet paa nogen maade tillader det, bliver at afhøvle eller slibe paa en planskive.

β) Ved strækprøver:

Fri og lettest mulig bevægelighed hos staven til indstilling ved begyndelsen af strækket. Disse betingelser opfylder efter erfaring: ved rundstave: kuglelager, og bedst de med udelt kugleskaal; ved fladstave: indspændingshul og bolt og kun ét hul og én bolt paa hver side — eller fræsede ender med tilsvarende kiler.

Brugen af saadanne staalkiler, som bider sig fast i prøvestykket af sig selv, er forkastelige.

3) Et specielt apparat til at foretage fasthedsforsøg for den daglige praxis kan ikke anbefales; det maa erkjendes, at en række af de bekjendte apparater fyldestgjør mere eller mindre det krav, der stilles til deres bestemte øiemed.

4) De resultater, der udstedes, bør tilføies i korthed de angivelser over de anvendte maskiner og prøvningsmethoder, der er nødvendige til bedømmelse af forsøgsresultatets værdi.

5) Forsøgsresultaterne skal altid, hvis muligt, tilføies angivelse over — foruden prøvestykkets oprindelse — mikroskopiske eller chemiske resultater, eller begge; endelig angivelse over prøvestykkets fremkomst og andre faste fysiske, chemiske eller tekniske mærker.

6) Angaaende den nødvendige og tilstrækkelige nøiagtighed hos maskiner, instrumenter og forsøgsresultater ved materialernes prøvning er følgende at bemærke:

a. Af hensyn til den hurtige og praktiske udførelse af forsøgene er det at anbefale ikke at strække nøiagtigheden af maalingen af kraft- og formændringer udover det punkt, som betinges af uundgaaelige feil og ufuldkommenheder ved materialet.

b) Ved videnskabelige forsøg er det selvfølgelig nødvendigt, at der søges naaet den høieste grad af nøiagtighed.

c) Det er overordentlig ønskeligt ved offentliggjørelsen af resultaterne af fasthedsforsøg ogsaa at tilføie den opnaaede nøiagtighedsgrad eller i det mindste meddele det grundlag, paa hvilket man kan danne sig en dom over den.

Efter de hidtil gjorte erfaringer tør man udtale den sats, at forudsat, at prøvestykker anvendes af de senere under II M og IV fastsatte normale afmaalinger,

d) er det i hvert fald tilstrækkeligt for metallers vedkommende at angive:

for spændingen ved strækgrænsen eller brudgrænsen indtil en decimal for kilogrammet pr. m/m.², for brudstræk indtil 0,1 pct. og for tversnitsformindskelse indtil paa hele procenter.

Det sidste ziffer i angivelserne er i de fleste tilfælder usikre, og det er til ingen nytte at tilføie yderligere decimaler. Man maa foretage længde- og tversnitsafmaalingerne med en nøiagtighed af 0,1 mm., forat resultaternes nøiagtighed saavidt muligt skal kunne nærme sig de oven anførte grænseværdier.

7) Tiden har unægtelig indflydelse paa resultaterne af fasthedsforsøg (cfr. Fischer og Hartig). Dog staar det fast ifølge yderligere senere anstillede forsøg, at vi fortiden ingen tilstrækkelig grund har til at udtale noget om nødvendigheden af at overholde en bestemt strækhurtighed ved prøvning af vore væsentligste konstruktionsmaterialer, nemlig jern i alle former, kobber og bronce (sml. Bauschingers forsøg i XX h. af hans «Mittheilungen»).

8) Materialerne skal prøves paa de fastheder, paa hvilke det ved deres anvendelse statisk kommer an.

9) Saadanne materialer, som ved deres anvendelse bliver paavirkede af stød, skal man desuden for at kunne fastslaa beskaffenheden af undersøge ved slagprøve.

10) Slagprøverne skal udføres med et normalslagværk. For disse er følgende at mærke:

a. Der spørges ikke om et normalfaldværks fuldstændige konstruktion; man har kun at gjøre nøiagtige forskrifter for de dele,

der kan have indflydelse paa forsøgsresultatet. Det anbefales at udføre faldværkets stillads i jern.

b) Ethvert normalfaldværk maa kunne kontrolleres.

c) I tilslutning til den tyske jernbaneforvaltnings bestemmelser og i betragtning af, at det er at anbefale at opstille faldværkerne i lukkede rum, er 1000 kg. at antage som norm for faldloddet; kun i undtagelsestilfælde kan 500 kg. tillades.

d) Faldloddet kan bestaa af støbejern eller af støbt eller smedet staal. Loddets form er at vælge saaledes, at hele loddets tyngepunkt ligger saa lavt som muligt. Der maa indsættes en særlig hammerbane af smedet staal; desuden svalehale og kile, alt centrisk til loddets tyngdelinie. Ved særlige mærker skal det gjøres synligt, at disse betingelser opfyldes. Loddets tyngdelinie maa falde i banens midtlinie. Særskilte mærker paa ambolten eller paa schabotten skal gjøre denne midtlinie kjendelig.

e) Forholdet mellem loddets bevægelseslængde og afstanden mellem skinnerne skal være større end 2 : 1. Føringsprismerne er af metal, f. ex. jernbaneskinner, og skal fremstilles saaledes, at der intet større spillerum bliver for loddet. Det anbefales at smøre banen med grafit.

f) Faldværk skal være forsynet med midler til sikkert at indstille loddet paa den forønskede høide. Udløsningsapparatet maa ikke foraarsage nogen krog i loddets bane. Derfor maa der være sørget for en god føring paa det stykke, paa hvilket udløsningsapparaterne befinder sig. Ophængningspunktet maa ligge i loddets tyngdelinie. Mellem udløsningsapparatet og loddet indsættes et kort, bevægeligt led, f. ex. kjætting eller toug. Det paa fig. 28 skitserede udløsningsapparat, der bruges officielt i Rusland, er særlig at anbefale.

g) Ved konstant slaghøide er det at anbefale at have selvvirkende udløsningsapparat.

h) Anlægsstykkerne for prøvestykket skal befæstes solid til schabotten, f. ex. forkiles.

i) Schabottevægten skal mindst beløbe sig til det tidobbelte af loddets vægt.

k) Fundamentet skal være uelastisk, dannet af solid murværk, hvis størrelse betinges af bygningsgrunden.

l) Hammerbanen maa altid gjøres jevn. Af denne grund har man i alle tilfælder, altsaa ved prøvning af skinner, aksler, hjulringe, fjædre o. s. v., at benytte bestemte paasætningsstykker af hensigtsmæssig form med jevne flader. Stykkerne maa have en saa liden vægt som muligt.

m) Om formen af paalægningsstykket og paasætningsstykket gjøres intet bestemt forslag af hensyn til manglende erfaring; dog anbefales det ved offentliggjørelse af forsøgsresultater eller ved opstilling af prøvningsbeviser at angive nøiagtig formen hos de anvendte stykker.

n) Faldværk med høide indtil 6 m. fortjener større tiltro end saadanne med større høider, og der anbefales derfor ved nyanlæg ikke at overskride 6 m. Ved større slagarbeider er det heldigst at anvende lod af 1000 kg.s vægt.

o) Slagarbeidet beregnes af den virksomme vægt og høiden. Den hele vægt af loddet indrettes, resp. berigtiges, saaledes, at den virksomme vægt udgjør et rundt tal, f. ex. 500 kg.

p) For at komme efter den virksomme vægt kan følgende fremgangsmaade benyttes:

α. Man anbringer mellem loddet og træktouget en tilstrækkelig kraftig fjædervægt og aflæser den virksomme vægt, medens loddet langsomt sænkes. Man faar da vægten ÷ rivningen; ved loddets bevægelse opover faar man saa loddets vægt + rivningen.

β. Man bestemmer vægten af virkningen af et slag af bestemt faldhøide paa en nøiagtig centrisk indstillet kobbernormalcylinder, der fremstilles af bedste sort boltkobber, der skal have en bestemt og senere fastslaaet vægt.

q) Saadanne normalkobbercylindere skal som kontrol benyttes ved sammenligning af de enkelte slagværk.

r) Slagværk, hvor rivningsarbeidet er større end 2 pct. af slagarbeidet, er forkastelige.

For udførelse af forsøg opstilles endvidere følgende ledende grundsætninger:

s) Normalfaldværk er hovedsagelig bestemt til at prøve hele brugsstykker, som skinner, aksler, ringe, fjædre o. s. v.

t) Banens nøiagtige vertikalstilling og loddets rigtige leie maa kontrolleres. Paa amboltten maa det sted ved et mærke tilkjendegives, hvor amboltbanen bliver truffet af loddets tyngdelinie, og det maa før hvert slag paasees, at det sted paa prøvestykket, der skal optage slaget, nøiagtig ligger i loddets tyngdelinie, og at prøvestykket er saaledes anlagt, at det ingen krogning eller dreining faar ved slaget.

u) Da det arbeide, et slagværk yder, inden vide grænser kun er afhængigt af produktet af høide og virksom vægt, derimod ikke af de enkelte faktorer for sig, saa anbefales det ved forsøgene at lægge meterton til grund som enhed og for arbeidet kun at vælge saadanne tal, som er delelige med 500. Man deler faldværkets høideskala efter halve meterton istedetfor efter meter.

v) Det anbefales at anbringe bevægelig skala, saa at midtpunktet kan indstilles i en høide i forhold til forsøgsstykkets høide.

w) Det ansees fortiden for tilstrækkeligt, naar den ved slaget frembragte bøiningspil maales med en nøiagtighed af 1 m/m., naar understøttelsesafstanden er 1,0 til 1,5 m.

x) For at kunne sammenligne forsøgene anbefales det i offentliggjørelsen at angive alle enkeltheder ved fremgangsmaaden (f. ex. slagenes rækkefølge, om forsøget har været afbrudt, om stykket blev vendt eller ikke), saavelsom forskjellige fænomener under forsøget.

II. Prøvning af smedejern* og staal.

A. Jernbaneskinner.

1) Prøvning af jernbaneskinner foretages af hensyn til sikkerheden ved færdsel og i henhold til beslutningen under I nr. 9 — i alle tilfælde med slag med passende tekniske apparater (normalfaldværk, se I nr. 10).

2) Hvis yderligere oplysninger ønskes om materialets beskaffenhed, foretages prøve paa strækfasthed eller afslitningsfasthed.

3) Endelig skal skinner underkastes bøieprøve (med hvilende belastning) og i to retninger: til prøvning paa elasticitet ved blivende gjennembøining og til prøvning af bøiningsevne med større belastninger over elasticitetsgrænsen.

4) Ved prøvning af skinner paa afslitning skal prøvestykket udtages som fladstave af skinnens yderste fibrelag.

5) Opsøgning af heldige prøvemethoder for skinner og hjulringes afgnidning (abnutzung) er ensbetydende med opsøgning af heldige prøvemethoder for afgnidning idetheletaget. Saa meget staar imidlertid fast,
   a) at ved en prøvemethode kan ikke afgnidningen bestemmes, og
   b) at prøvningen paa afgnidning maa foretages under forhold, der er saavidt muligt lige de, for hvilke materialet ved brug er udsat.

   Paa grund af vanskeligheden ved dette spørgsmaal skal der foreløbig tages afstand fra dets videre behandling.

6) At udfinde den indflydelse, forskjellige arter af hjulringe øver paa afgnidning af skinnerne, maa betegnes som et specielt arbeidsfelt for jernbaneforvaltningen.

B. Aksler.

1) Aksler maa prøves saavel i midten som paa enderne ved slagprøve.

2) Afslitningsprøver foretages, hvor man ønsker videre oplysning om materialets beskaffenhed.

3) Bøieprøven behøver ikke askler at underkastes.

C. Hjulringe.

1) Hjulringe underkastes som askler og skinner slagprøven.

2) Afslitningsprøven anstilles ligeledes her, naar yderligere oplysning om materialets beskaffenhed ønskes.

3) Hamringsprøven er ikke nødvendig.

D. Stykprøver

(prøvning af hvert stykke i en levering uden fare for stykkerne).

Herover arbeides der af en nedsat kommission.

E. Sveisjern for brobygning.

1) Sveisjern for brobygning skal underkastes stræk- eller afslitningsprøve; — ligesaa

---

* Smedejern er her nævnt i modsætning til støbejern og indbefatter sveis- og flusjern.

2) bøieprøven med hvilende belastning (pres) med langsomt virkende maskinelle redskaber i kold saavelsom i varm tilstand over en bolt af 25 m/m.'s konstant diameter.

Den nærmere fastslaaen af de betingelser, som hine maskinelle redskaber skal opfylde, — se videre under N.

3) Udbrednings- og brudprøven behøver ikke at udføres, da materialet ved de to ovennævnte prøver bliver tilstrækkelig undersøgt.

F. Flusjern for brobygning.

1) Flusjern for brobygning skal som sveisjern underkastes afslitningsprøven, ligesaa
2) bøieprøven og da med hvilende belastning med langsomt virkende maskinelle redskaber i kold saavelsom i varm tilstand over en bolt paa 25 m/m.'s konstant diameter.

G. Sveisjern for kjedelbygning.

1) For de tre af sveisjern forfærdigede væsentligste materialer til bygning af dampkjedler udføres følgende prøver:
   a) for pladejern:
      1. strækprøve,
      2. bøieprøve,
      3. smede- og lokkeprøve;
   b) for vinkeljern:
      1. strækprøve,
      2. bøieprøve,
      3. smede- og lokkeprøve;
   c) for nitjern:
      1. strækprøve,
      2. bøie- og smedeprøve.
2) Prøvning af vinkeljern paa sveisbarhed er ikke nødvendig, men ønskelig.
3) Rødskjørhed, der ved prøvning paa sveisbarhed samtidig kan fastslaaes, prøves allerede ved varmbøieprøven.

H. Flusjern for kjedelbygning.

Flusjern og fluspladejern (Bessemer-, Martin-, Thomasmaterial) skal, saafremt det træder istedetfor sveisjern og sveispladejern og finder anvendelse til dampkjedelbygning (stabil-, lokomotiv- og skibskjedler), være gjenstand for:

1) strækpøve,
2) bøieprøve i kold og bøieprøve i rødvarm tilstand.

Prøvestykket maa være afrundet paa kanterne, og man maa ved pladejern med mere end 6 m/m.'s tykkelse foretage bøiningen over en bolt af 25 m/m.s diameter til en bestemt vinkel under benyttelse af et hensigtsmæssigt, langsomt virkende maskinelt redskab.

3) Bøieprøve paa det hærdede materiale foretages saaledes, at de paa kanterne afrundede prøvestykker jevnt ophedes i hele sin længde til mørk kirsebærrødglødhede (ca. 550—650° C.), bringes derpaa i vand af 25° C. og bøies tilslut som under 2) foreskrevet.
4) Smedeprøven (udbredningsprøven) foretages altid i rødvarm tilstand. Lokkeprøven gjøres ikke, da lokning af fluspladejern bør undgaaes paa grund af de fremkommende eiendommelige ridser.
5) Tillæg: De anstalter, som anvender flusjern i praxis, anbefales at prøve det leverede materiale ogsaa paa sveisbarhed.

Sted og maade, hvorpaa prøvestykker af kjedelplader udtages,

i særdeleshed ogsaa ved kjedelplader, der allerede har været i brug.

a) Plant pladejern, der ikke er bearbeidet. Prøvestykkerne for længde og tverstave skal paa beskaarne plader udtages paa længe- og tversiden; af ubeskaarne plader, saakaldte raa plader, udtages de af kantaffaldene, resp. af enden.

Ved ubeskaaret raaplade maa de yderste pladekanter i en bredde af 30 m/m. ikke anvendes til udtagning af prøvestykker.

Udtagning af prøven kan ske ved simpel afskjæring med pladesaks eller med sag.

Prøvestykker af bropladejern maa, naar de er skaaret med saks, gjøres plane koldt under presse eller med træ-, kobber- eller blyhammer og maa, før de tilberedes til afslitningsstav, afhøvles 5 m/m. paa hver side for at udjevne saksesnittets indflydelse; prøvestykke af kjedelplade maa, naar der er skaaret med saks, rettes som oven anført og afhøvles paa hver side 5 m/m. Udglødning af prøvestykkerne finder kun sted paa særskilt forlangende.

b) Hele eller delvis bearbeidede plader og saadanne, som allerede har været indbyggede.
   1. Om man ved undersøgelsen vil fastslaa, hvilke egenskaber vedkommende plade havde før bearbeidelsen.

I dette tilfælde maa udtagning af det pladestykke, hvoraf prøvestykkerne skal forfærdiges, finde sted paa saadanne steder, som ved bearbeidelsen ikke har faaet ulige tykkelse, og som — om muligt — ved bearbeidelsen er forblevne plane.

Kan man kun erholde et krummet pladestykke, saa maa dette udtages ved udboring og udskjæring eller med rundsag. Paa samme maade som før nævnt forfærdiges prøvestykket af pladestykket. Af plane pladestykker bør prøvestykkerne udklippes med saks og bliver da videre at behandle som før nævnt.

De krummede pladestykker maa rettes under presse eller med træ-, kobber- eller blyhammer eller med jernhammer med anvendelse af mellemliggende træstykker. Forfærdigelse af prøvestykket som før.

2. Naar det gjælder at paavise de mekaniske egenskaber hos pladen, som den har efter at være bearbeidet, lader der sig hverken opstille almindelige regler for sted eller maade at udtage prøver paa. Forøvrigt skal de ved den ovenomtalte prøveudtagning udviklede grundsatser saavidt muligt tages hensyn til.

I. Traad.

Traad underkastes:

1) strækprøven,
2) vridningsprøven og da med maskiner, som kan udelukke vilkaarlige indvirkninger,
3) bøieprøven ved gjentagen frem- og tilbagebøining ligesaa paa maskinel vei over en bolt af diameter 5 m/m.

K. Metaltoug.

Metaltoug underkastes:

1) strækprøve,
2) prøvning paa stød og slag i længderetningen.

L. Maalinger ved strækprøven.

1) Ved strækprøven maales:
   a) strækfasthed,
   b) sammentrækninger paa brudstedet,
   c) forlængelser efter bruddet (sml. under M. nr. 1).
   d) Elasticitets- eller proportionalitetsgrænsen.
2) Det anbefales at optage saa mange enkeltværdier som muligt for at kunne bestemme arbeidsdiagrammet, hvis ikke dette udenvidere kan optegnes af egne specielle apparater.
3) Ved optagelse af diagrammer maa man lægge væsentlig vægt paa den hurtighed, med hvilken diagrammet er optaget.
4) Ved optagelse af diagrammer maa følgende 5 punkter bestemmes saa nøiagtig som muligt:
   a) proportionalitetsgrænse,
   b) strækgrænse,
   c) indsnøringens begyndelse,
   d) maximalbelastningen (vægtbjælkens nedfalden),
   e) brudgrænsen.
5) Indholdet af arbeidsdiagrammer føres til brudgrænsen.

M. Prøvestavenes form ved afslitningsprøver.

1) Rundstave forfærdiges i fire typer, nemlig af diameter 10, 15, 20 og 25 m/m. efter behov og anledning. Den cylindriske del, den saakaldte brugslængde, skal rage mindst 10 m/m. paa hver side udover maalelængden, o: den længde, paa hvilken forlængelsen skal maales.

Denne maalelængde maa for den procentuale forlængelses uafhængighed af tversnitsformen og størrelsen gjøres proportional med kvadratroden af f, tversnittets areal. Med de allerede internationale prøvestave af 20 m/m.s diameter og 200 m/m.s maalelængde, resp. brugslængde 220 m/m, som grundlag bliver maalelængden at gjøre

$$l = 11{,}3\sqrt{f}$$

Forlængelsen bliver at maale paa to modsatte sider af rundstaven, saaledes at man paa hver side af de to dele maaler længden fra bruddet til enden af maalelængden. De sammenhørende stykker adderes, og af de to saaledes erholdte værdier tages midlet.

Hvis bruddet finder sted udenfor den midtre trediedel af maalelængden, saa maa forsøget udelukkes, eller man maa slaa ind paa en vei, der ligner den foregaaende, vel at mærke forudsat, at der paa staven ikke alene findes paaført maale- og brugslængde, men hel centimeter-deling.

Sæt nu, at bruddet finder sted hos den i fig. 29 aftegnede stav mellem delestreg 4 og 5. Gaar man nu ud fra den forudsætning,

at tversnits- og længdeforandringerne paa begge sider af bruddet har et symmetrisk forløb, og betegner man de delestrege, udgaaende fra brudstedet, saaledes som indskrevet over figuren, saa kan man til venstre simpelthen maale længden mellem delestreg 1 og 5 og dertil yderligere $0\,b + b\,1$, eller længden mellem delestreg 1 og 10 og dertil ligeledes yderligere $0\,b + b\,1$, eftersom forlængelsen skal bestemmes for oprindelig 10 eller 20 cm. Bortover til høire kan der kun aflæses mellem 0 og 3, og dertil bliver da at addere af venstre side, eftersom forlængelsen beregnes paa 10 eller 20 cm., stykket 3 og 5 eller 3 og 10, der altsaa i værdi forudsættes ens med de manglende stykker paa høire side. Paa denne maade har man udmaalt staven, omtrent som bruddet havde fundet sted paa midten af staven. Denne inddeling af brugslængden og den beskrevne maalemethode for forlængelsen efter bruddet bliver altid at foretage paa to modsatte sider af staven.

2) Maale- og brugslængden af fladstave er afhængig af tversnittets størrelse og tages saa stor som ved rundstave, altsaa efter formelen

$$l = 11{,}3\sqrt{f}$$

Ligeledes udføres inddelingen og maalingen af forlængelsen efter bruddet paa samme maade. Det anbefales at maale forlængelsen af fladstave saavel paa begge smalsider som paa en af bredsiderne og angive særskilt midlet af de to første maalinger saavelsom resultatet af den sidste.

3) I de tilfælder, hvor bredde og tykkelse af fladstave kan vælges vilkaarlig, skal bredden være 30 og tykkelsen 10 m/m., og idetheletaget skal et tversnit af 30×10 m/m. gjælde som normalt.

4) Hvor tykkelsen er givet som ved plader, skal indtil en tykkelse af 24 m/m. fladstavens bredde beløbe sig til 30 m/m., og fra en pladetykkelse af 25 m/m. af skal tykkelsen tages som fladstavens bredde, og tykkelsen skal da være 10 m/m.

For i sidste tilfælde ikke at tabe valsehuden skal prøvestaven paa enderne udvides i tykkelsen og paa denne maade danne indspændingshovederne.

Undtagelsesvis kan man dog, hvor kun svagere prøvningsmaskiner staar til raadighed, istedetfor den ovennævnte grænse 24 og 25 m/m. tage grænserne 16 og 17 m/m.

5) Af fladjern, vinkeljern, enkelt og dobbelt T-jern, U-jern etc. skal fladstave udtages langs længderetningen med tversnitsbredde høist 30 m/m. Ved større bredder hos fladjernets eller vinkeljernets ben eller flense og stamme, hos enkelt eller dobbelt T-jern, U-jern etc. bliver disse at inddele saaledes efter længden, at ved prøvningen det hele tversnit kommer frem, at altsaa to eller flere stave tages, der ligger ved siden af hinanden eller er indskudte i hinanden etc., saaledes som f. ex. fremgaar af fig. 30 for et U-jern af større dimensioner.

6) Valsehuden maa under alle omstændigheder forblive paa prøvestykket.

N. Bøieprøven.

De langsomt virkende maskinelle redskaber, hvormed bøieprøve skal foretages (se E 2), maa opfylde følgende betingelser:

Man kan anvende saavel apparater, der virker ved midttryk mellem to understøttelser, saavelsom apparater, som virker ved sidetryk med ensidig indspænding. Apparaterne skal være enkle og hurtige at behandle. Det høiest spændte sted maa være vel synlig. Bøiningen skal foregaa jevnt. Ved bøining over bolt skal diameteren være mindst mulig.

Forsøgsstykket skal have retvinklet tversnit med bredde og tykkelse i forhold 3 : 1, hvorved kanterne bliver at afrunde noget. Ved nit- og kvadratjern skal tversnittene være uforandrede.

Rødvarmprøven maa udføres saa raskt som muligt. Ved koldbøieprøven er forskrifter om hurtigheden uvæsentlige.

Til bestemmelse af deformationen erkjendes ikke bøiningsvinkelen alene at være tilstrækkelig. Man skal ogsaa tage hensyn til krumningsradius paa den konvexe side. Denne kan direkte findes ved model eller indirekte ved maaling af strækningen paa strækside.

III. Prøvning af støbejern.

1) Prøvestykkerne ved prøvning af støbejern skal have form af prismatiske stave af 110 c/m.s længde (100 c/m. maalelængde) og kvadratisk tversnit af 3,0 c/m.s side. De skal være forsynede med en ansats af 25×25 m/m.s tver-

snit, hvoraf, i tilfælde det behøves, terninger af 25 m/m.s høide kan udtages til trykforsøg.

2) Disse prøvestykker skal stødes i svagt heldende stilling fra den ene stavende til den anden. Formkassens helding skal pr. meters længde beløbe sig til 10 c/m.
3) Trykhøiden, maalt som høide af det tabte hoved ved indstøbningsstedet, skal beløbe sig til 20 c/m.
4) Støbningen foretages i tør sandform.
5) Ved prøven bestemmes:
   a) bøiningsfastheden og bøiningsarbeidet indtil brud paa 3 saadanne prøvestænger;
   b) strækfasthed paa prøvestykker, som er fremstillede af de under a) fremkomne brudstykker, i form af rundstave med 20 m/m.s diameter og 200 m/m.s maalelængde og da to af hver af de tre stænger;
   c) trykfasthed paa terninger med 3,0 c/m. (2,5 c/m.) kantlængde, ligeledes af de under a) erholdte brudstykker og da paa to af hver stang. Trykket skal øves parallel med stangens længde.
6) Stave for prøvning paa bøining og terningerne til bestemmelse af trykfasthed beholder støbehuden.
7) Specielle gjenstande af støbejern, som paalægningsstykker for broer, vandledningsrør og lign., underkastes specielle prøver svarende til deres anvendelse.

IV. Prøvning af kobber, bronce og andre metaller.

I. Kobber.

For at komme efter kvaliteten hos kobber i form af plader, blik, stænger eller traad ansees følgende prøver for nødvendige:

A. Kobber i form af plade, blik og stang:
   1) strækprøve,
   2) bøieprøve i kold tilstand,
   3) bøieprøve i varm tilstand.

B. Kobber i traadform:
   1) strækprøve,
   2) bøieprøve,
   3) vrideprøve.

1. Materialtilstand.

Prøvningen foretages i den tilstand, materialet har ved leveringen eller, om ønskes, ved A ogsaa i blød tilstand. For at fastslaa materialets egenskaber i naturlig tilstand er det nødvendigt at overføre prøvestykkerne i den bløde tilstand. For at opnaa dette maa prøverne efter adskillelsen fra prøvestykkerne, d. e. før den afsluttende bearbeidelse, glødes i glødeovn i en varme af 600—700 ° C., (men ikke derover), derpaa afkjøles i luften, til glødningen forsvinder, og derpaa i vand af 15 ° C.

2. Prøveudtagning.

Prøverne bør kun udtages af prøvestykkerne koldt med sag, fil eller paa arbeidsmaskine, hvorved det maa iagttages, at skadelig tilretning af prøven saavidt muligt undgaaes. Denne tilretning maa ihvertfald foretages forsigtig og bedst med træ- eller kobberhammer. Skal prøvning udføres i blød tilstand, saa kan de raat tilberedte prøver, der tilnærmelsesvis har den endelige form, opvarmes for at tilrettes. Men da maa de ihvertfald endnu en gang ophedes for at overføres i den bløde tilstand.

3. Prøvens form og bearbeidelse.

Maalelængden l og tversnittet f hos prøvestaven maa tages som ved smedejern og staal (sml. *o* under II *M* 1) efter formelen

$$l = 11{,}3\sqrt{f}$$

Da bearbeidelsen af prøven hos kobber øver overordentlig stor indflydelse paa forsøgsresultaterne, saa maa den sidste bearbeidelse til den endelige form udføres med den største forsigtighed, og navnlig maa der paasees, at maskinens staalegge aldrig afsættes indenfor forsøgslængden, og at de sidste spaanskikt kun tages tynde. Stavene jevnes i længderetningen og afpudses med fint smergelpapir. Ved stykkerne for kold- og varmbøieprøverne maa kanterne paa de steder, der skal bøies, afrundes med fil.

Det er at anbefale ogsaa ved fladstave for strækprøver at afrunde kanterne med 1 m/m. radius.

4. Udførelse af forsøgene.

Strækprøve og maaling af forlængelse foretages som ved smedejern og staal.

Koldbøieprøven skal foretages over en bolt, hvis gjennemsnit er lig pladens (blikkets), stangens eller traadens tykkelse; den bør ikke udføres ved en lavere temperatur end 10 ° C. Ved prøverne af plader, blik og stænger skal de stykker, som taaler en bøining over bolten paa 180 °, sammentrykkes, saa de indvendige flader kommer til at ligge fast mod hinanden. Prøvning af traad ved

bøining udføres efter forskrifterne for prøvning af traad af jern og staal.

Varmbøieprøven skal foretages paa stykker, som er ophedede i glødeovn til kirsebærrødhede. Stykkerne skal bøies, til revner fremkommer, eller saa langt, indtil de indvendige flader ligger fast mod hinanden. Vridningsprøven foretages efter forskrifterne for prøvning af jern og staaltraad.

2. Metaller og metallegeringer.

For at komme efter kvaliteten hos metaller og metållegeringer, som finder anvendelse i maskin- og bygningsvæsenet, i jernbane- og skibsbygningen, erklæres de nedenstaaende prøvningsmaader for nødvendige:

1) strækprøve,
2) trykprøve,
3) bøiningsprøve,
4) bøieprøve, kold og varm.

Efter egenskaben af det materiale, der skal prøves, slutter forsøgene sig til de for prøvning af støbejern eller prøvning af kobber opstillede forskrifter. I første tilfælde er methoderne 1—3 at anbefale; i andet tilfælde methoderne 1 og 2 samt 4.

V. Prøvning af træ.

1) Nødvendige dele til en teknisk bedømmelse af træ er (saavidt muligt): Angivelse over skovegnen, stedet, hvorpaa det undersøgte materiale har vokset, om det stod tæt i skoven eller frit, og af hvilken del af træet det er udtaget; endelig angivelse over alderen og fældningstiden.
2) Til teknisk bedømmelse af træ er mindst tre træprøver nødvendige paa grund af den store forskjel mellem de enkelte individer og træstykker.
3) Af hvert forsøgsstykke skal der efter besigtigelse gives en ydre karakteristik af:
   A. Længdesnittet eller endnu bedre spaltefladen og angivelser over:
      a) lige eller ikke lige forløb hos træfibrene;
      b) tilstedeværelsen af indvoksede kvistknuder og deres natur.
   B. Tversnittet med angivelser over:
      c) ved smaaporede løvtræer og samtlige naaletræer:
         α) den gjennemsnitlige radiale ringbredde i m/m.;
         β) til- eller aftagningen eller vekslingen af ringbredden paa radien;
         γ) ringformig eller excentrisk lagring af træringene;
         δ) hos naaletræer det omtrentlige forhold mellem høstved og vaarved i ringenes gjennemsnit.
4) For hvert forsøgsstykke maa angives den specifiske vægt ikke alene i den tilfældige tilstand under forsøget, men ogsaa efter at være fuldstændig tørret, ɔ: efter at være udtørret ved 101—105° C. Ligesaa maa bestemmes fugtighedsgehalten af hvert prøvestykke paa den tid, da prøvningen foretoges, ligeoverfor den fuldt lufttørrede.
5) Som maal for fasthed og soliditet tjener tryk- og bøieprøve.
   a) Trykprøve foretages paa prismatiske legemer af 10 c/m.s × 10 c/m.s tversnit og 15 c/m.s længde ved fuldstændig central anbringelse af stykket og med parallele trykflader.
   b) Bøiningsfasthed prøves paa prismatiske stave af 10 × 10 c/m.s tversnit og 160 c/m.s længde med 150 c/m.s understøttelsesafstand. Kraftindtrykket maa uskadeliggjøres ved paasætning af en rytter af 2 c/m.s tykkelse og 20 c/m.s længde. Bøiningen drives, til staven brister.

      Enkelte brist af fibrebundter eller flade afflisninger er endnu ikke at anse som brud.
   c) Bøiningsspændingen ved bruddet beregnes efter bøiningsformelen under antagelse af dens gyldighed lige til bruddet.
   d) Til maaling af soliditeten eller kvaliteten tjener bøiningsarbeidet hos stave af ovennævnte dimensioner udtrykt ved bøiningsdiagram, ført til den gjennembøiende krafts maximalværdi.
6) Ved undersøgelser af hele stammer, hvis enkelte skikter viser afvigende beskaffenhed, maa man for tryk og bøining for at faa rigtigt middel for hele stammen tage mindst to stykker af det midtre træ og to stykker af det ydre træ paa saadan maade, at deres ydre kanter falder i stammens omkreds.
7) Ved bøinings- og soliditetsforsøg maa træringenes leie i forhold til kraftretningen oplyses ved tegning. Gjennembøiningen skal ved spalteved («splintholz») udføres i retning af radien indvendig fra udad.

VI. Prøvning af skibsbygningsmaterialer.

1) Skibsbygningsmaterialer af sveisjern, som plader, vinkeljern, façonbarrer og nitjern, underkastes:
   a) prøve paa strækfasthed,
   b) — bøining i kold tilstand,
   c) — bøining i rødvarm tilstand eller underkastes smedeprøven.
2) Skibsbygningsmaterialer af flusjern og flusstaal, som plader, vinkeljern, façonbarrer og nitjern, underkastes:
   a) prøve paa strækfasthed,
   b) — bøining i kold tilstand,
   c) — bøining i rødvarm tilstand,
   d) — hærdning og bøining, (temperprøven),
   e) de anstalter, der benytter flusjern i praxis, anbefales at undersøge det leverede materiale paa sveisbarhed.

Forsøgene udføres paa normalstave og i den tilstand, hvori materialet var ved leveringen. De stykker, der skal anvendes til bøieprøve, skal forfærdiges ganske paa samme maade, som det er bestemt ved prøvning af kjedelplader (sml. *o.* under II *G* og *H)*. Hærdnings- og bøieprøven skal ligeledes udføres som for kjedelplader, men med den forskjel, at stykkets bøining bliver at foretage med et langsomt virkende maskinelt redskab om en radius hos de indre flader, hvis størrelse afhænger af pladetykkelsen.

VII. Prøvning af sten.

A. Stene i almindelighed.

Stene bliver at prøve efter ensartede principer paa borefasthed paa følgende maade:

1. Forsøgsmethoder.

For at komme efter stenenes borefasthed skal forsøgene foretages enten

a) med et faldapparat eller
b) med dreiebormaskine.

Som faldapparat anbefales de konstruktioner, som den saxiske grubeudmaaler Hausse i Zankerode har anvendt ved sine forsøg over stenes borefasthed; dette apparat er fremstillet og beskrevet i «Deutschen Berg- und Hütten-mänischen Zeitung», 1882, nr. 33 og 34. Med et saadant eller et lignende faldapparat eller med dreiebormaskine erfarer man i meterkilogram det arbeide, som var nødvendigt til frembringelse af et bestemt borehul.

2. Undersøgelse over det gunstigste arbeide, før de egentlige fasthedsforsøg foretages.

Af stor indflydelse paa arbeidets størrelse ved en bestemt foreliggende sten og ved et bestemt gjennemsnit af borehuller er:

a) faldmomentet ved faldprøven eller det tryk, der øves paa dreieboret og dreiningshastigheden;
b) meiselens eller boretændernes form og skjærevinkel;
c) antallet af bordreininger ved slagbor.

Det er derfor at anbefale at udfinde de gunstigste kombinationer ved forsøgene. Som holdepunkt kan tjene, at ved disse forprøver er faldmoment af mellem 6 og 9 meterkilogram gunstigst for borehul af 25 m/m.s diameter. Ved dreiebor bør trykket ligge mellem 30 og 130 atmosfærer. Skjærevinkelen bør ligge mellem 70° og 110° og en enkelt dreining af boret ligge mellem $^1/_{30}$ og $^1/_6$ af den hele omkreds. Endelig bør ved de nu almindelige dreiebor det gunstigste borehulsgjennemsnit variere mellem 40 og 80 m/m.

3. Specielle ensartede forholdsregler.

Har man ved saadanne forprøver fundet de gunstigste arbeidsmethoder for den foreliggende sten, skal ved slagbor et borhulstversnit af 25 m/m. vælges som fast, svarende til det midlere gjennemsnit af én-mands hul; for dog at undersøge, om og hvor langt borehulsdiameteren øver indflydelse paa borearbeidet paa enheden af borerum, skal ogsaa større borehulsgjennemsnit anvendes. Hertil anbefales dimensioner af 35, 45 og 65 m/m., svarende til den midlere værdi af to-mands-, tre-mands og stødbor.

Undersøges ved slagbor disse større borehulsdimensioner, saa skal — efterat det gunstigste faldmoment er fundet for 25 m/m. vide obligate borehul — loven om de proportionale modstande tjene som ledetraad ved bestemmelse af faldmomentet for disse større borehulsdimensioner.

For dreiebor kan intet ensartet gjennemsnit af hullet anbefales paa grund af de dreiebormaskiner, der haves; dog skal man søge at slutte sig til slagborehuls dimensioner af 45 m/m. og 65 m/m. saavidt gjørligt.

4. Parellelforsøg.

For at faa grundigt kjendskab til stene synes det ønskeligt at undersøge de stene, der har været underkastede prøve paa borefasthed, ogsaa paa trykfasthed og elasticitet saavelsom paa skjærefasthed.

5. Boretabeller.

Til optegning af forsøgsresultater tjener følgende tabel som enhed:

1) Beskrivelse af stenen i geologisk og mineralogisk henseende.
2) Bergmandsmæssig stenklasse (fast, meget fast, høieste grad fast).
3) Stenstruktur (f. ex. grovkornet, finkornet, har skikter parallel, lodret eller skraat imod borehullets akse).
4) Stenens specifiske vægt.
5) Hullets gjennemsnit ved stødbor.
6) Hul- og kjærnegjennemsnit ved dreiebor.
7) Lige eller krumliniet meisel ved stødbor.
8) Skjærevinkel ved stødbor.
9) Antal sætninger ved stødbor.
10) Faldvægt ved stødbor.
11) Midlere faldhøide ved stødbor.
12) Antal slag ved stødbor paa den iagttagne dybde af hullet.
13) Antal og formen af skjæretænderne ved dreiebor.
14) Angivelse af tryk og hastighed, hvormed dreiebormaskinerne har arbeidet.
15) Dybden af det udborede hul.
15) Beregnet eller indiceret borearbeide i meterkilogram pr m.^{3} udboret rum (ved dreiebor regnes kun det ringformige rum).

B. Bygningsstene.

I. Naturlige bygningsstene.

1) Foruden en petrografisk og geologisk betegnelse af stenen maa ogsaa bruddet og stedet angives, hvoraf prøven er udtaget. Ligeledes tiden for brydningen, resp. lagringstiden. Ved stor fugtighed i bruddet maa brydningen foretages paa en tør aarstid.

Da det for den, der skal udføre prøven, undertiden er vanskeligt at prøve rigtigheden af de angivelser, der meddeles af den, der henvender sig for at faa udført undersøgelser — særlig angaaende den mineralogiske betegnelse af stenen —, er det at anbefale, saafremt ikke det modsatte forlanges, helt ud at renoncere paa denne prøvning og udtale dette i undersøgelsesbeviset. Paa den anden side er det ønskeligt, i tilfælde paafaldende urigtigheder ved stenens benævnelse, at søge disse fjernede ved passende meddelelse til den, der henvender sig for at faa udført undersøgelsen.

Paa lignende maade maa man i givne tilfælder renoncere paa at prøve angivelserne over oprindelsen og stedet for brydningen, hvorfra prøvematerialet er udtaget. Man vælger da i prøvningsbeviset følgende ordlyd: efter angivelse o. s. v.

2) Det anbefales, at de, der skal udføre prøven, før prøvningen indledes, bringer paa det rene, hvad indsenderen agter at anvende stenen til (som bygnings- eller hussten, som trottoir-, puksten eller til stensætning), og derefter foretager prøven og ikke efter bestillingens tilfældige ordlyd.
3) Stene, der skal anvendes ved høi- eller dybbygning, skal prøves paa trykfasthed i terningeform med afslebne trykflader, uden mellemlag mellem trykflader, hvoraf den ene frit kan bevæge sig til alle sider.

Trykfastheden skal — alt efter den anvendelse, der gjøres af stenen — prøves lodret mod eller parallel med lagene eller efter begge retninger og for hver retning paa mindst tre prøvestykker.

Prøvestykkerne skal vælges størst mulige i forhold til stenens fasthed og maskinens maximalkraft. Dog er for mindre faste stene en kantlængde af 10 c/m. tilstrækkelig.

4) Desuden skal man, hvor det er muligt, paa prismatiske prøvestykker maale den forkortelse, staven lider ved tryk, der skrider fremad fra interval til interval, for heraf at kunne fremstille arbeidsdiagrammet. Paa lignende maade anstilles og udnyttes stræk- og bøiningsforsøg.
5) Prøvestykkerne skal, naar de prøves, tørres fuldstændig ved en temperatur af 30° C. til konstant vægt.
6) Man skal altid undersøge den specifiske vægt (vægten af volumenheden) af stenen og først efter tørringen ved 30° C.
7) Prøvning af frostbestandighed maa, da vandoptagelsen og frostens angreb er afhængig af overfladens størrelse, finde sted paa prøvestykker af ens størrelse. Med særligt hensyn paa cementstykker bestemmes en kantlængde af 7 c/m. Kun ved meget haarde stene er undtagelsesvis mindre dimensioner tilladelige;

dog er der i saadanne tilfælder sjelden nogen tvivl om frostbestandigheden.

8) Frostprøven bestaar:
   a) i undersøgelse af trykfastheden af de vandmættede stene og sammenligning af denne med tørfastheden;
   b) i undersøgelse af trykfasthed hos den tørrede sten, efterat den har været 25 gange frosset og paany optøet, og dennes sammenligning med tørfastheden;
   c) i undersøgelse af vægttabet hos den 25 gange frossede sten, hvorved man tager hensyn til de dele, der ved frysningen mekanisk falder af, og de i en bestemt mængde vand opløselige bestanddele;
   d) i besigtigelse af den frosne sten ved hjælp af lupe, hvorved særlig er at lægge mærke til, om der er indtraadt rids eller afskalning.

9) Ved frostprøven anvendes:

   6 prøvestykker for trykforsøg i tør tilstand, 3 lodret og 3 parallel lagningen, hvis disse forsøg ikke allerede er anstillede (se under nr. 3), hvorved det paa grund af proportionalitetsloven er tilladt, at disse prøvestykker har en større dimension end 7 c/m.s kantlængde.

   6 prøvestykker for trykforsøg i vandmættet, men ikke frosset tilstand, 3 lodret og 3 parallel lagningen.

   6 prøvestykker for fryseforsøgene, af hvilke endelig 3 skal sammentrykkes lodret og 3 parallel lagningen.

10) Ved udførelse af frostprøven maa man agte paa følgende enkeltheder:
   a) ved vandoptagningen maa terningerne først kun dyppes 2 c/m. dybt ned i vandet og først lidt efter lidt bringes under vand;
   b) til neddypning skal kun anvendes destilleret vand af 15—20° C.;
   c) de vandmættede prøver skal udsættes for en temperatur af fra ÷ 10 til ÷ 15° C.;
   d) varigheden af kuldens indvirkning skal hver gang beløbe sig til 4 timer; prøvestykkerne skal indsættes i fuldstændig vandmættet tilstand;
   e) optøingen skal finde sted i en bestemt mængde destilleret vand af 15—20° C.

11) En prøvning af stenene paa atmosfærens indflydelse eller paa saakaldt veirbestandighed kan man lade være, naar frostbestandighed prøves. Derimod er en omhyggelig iagttagelse af de betræffende fænomener i naturen saavel som samling af erfaringer gjort ved allerede anvendte materialer at angive, og navnlig maa man iagttage indvirkningen af:
   a) solen med hensyn paa ridser og revner i stenen;
   b) luften med hensyn paa kulsyrens virkning;
   c) regn og fugtighed med hensyn paa udvaskning og ødelæggelse af stenen;
   d) temperaturen.

II. Kunstige bygningsstene.

A. Tegl- eller mursten.

1) Ved prøvning af en levering af teglsten idetheletaget maa man altid udsøge de svagest brændte.

2) Tegl prøves paa trykfasthed i omtrent terningformede stykker, der kan erholdes ved at lægge paa hinanden to halve stene, der bliver at forbinde med en liden skikt mørtel af ren portland-cement, og hvis trykflader udjevnes med et lignende lag mørtel. Man maa da prøve mindst 6 prøvestykker.

3) Endvidere maa teglets specifiske vægt bestemmes.

4) For at kontrollere materialets ensartethed maa stenenes porøsitet bestemmes. Til dette øiemed tørres stenene først og holdes derefter under vand til mætning. 10 stykker udtørres fuldstændig paa en jernplade og veies; derpaa lægges de 24 timer i vand paa saadan maade, at de i det høieste neddyppes til en fjerdedel, lægges derefter 24 timer fuldstændig i vand, tørres saa paa overfladen og veies igjen. Herved bestemmes den gjennemsnitlige vandoptagelse. Porøsiteten bestemmes altid paa rumdele; dog maa ogsaa vægten af det optagne vand angives i procenter.

5) Prøven paa frostbestandighed foretages paa følgende maade:
   a) 5 af de før med vand mættede stene prøves i denne tilstand paa trykfasthed.
   b) De andre 5 stilles i en iskasse, hvori kan frembringes en temperatur paa mindst ÷ 15° C., og anbringes der i 4 timer. Derefter udtages de og optøes i vand af 20° C. Mulige affaldende dele forbliver, til hele operationen er slut, i det kar, hvori optøingen foretages. Frysningen gjentages 25 gange. De frafaldte dele tørres, veies og beregnes som procent af stenens vægt.

Særlig maa man ved hjælp af lupe give agt paa, om ridser eller afspaltninger optræder.

c) Efterat stenen har frosset, foretages en trykprøve. Stenene tørres for dette øiemed. Resultatet sammenlignes med trykprøver for de tørre stene (sml. nr. 2).

d) Stenenes frysning giver intet holdepunkt for den absolute frostbestandighed; værdien af undersøgelserne er kun relative, da den kun tilkjendegiver, hvilke stene lettest ødelægges ved frostvirkningen.

6) For at prøve teglsten paa forhaandenværende opløselige stoffe underkastes 5 stene prøve. Man vælger da de svagest brændte i en levering og saadanne, der ikke er berørte af vand. Af disse bruges kun dele af den indre masse. Til dette øiemed spaltes de i tre retninger. Af de fremkomne 8 afspaltede stykker afslaaes de hjørner, der vender indover. Disse pulveriseres, indtil alt gaar gjennem en sigt med 900 masker pr. c/m.^{2}. Derefter afsigtes det fine støv gjennem en sigt med 4 900* masker pr. c/m.^{2}.

Det, der bliver igjen mellem sigte med 900 og 4 900 masker pr. c/m.^{2}, undersøges. 25 gr. udludes med 250 c/m.^{3} destilleret vand; idet det koges 1 time under omtrentlig erstatning af det bortdampede vand, filtreres derpaa og udvaskes. Mængden af forhaandenværende opløselige salte bestemmes ved fordampning af opløsningen og svag glødning. Mængden af opløselige salte angives i procenter af stenens vægt.

Den erholdte saltmasse skal undersøges kvantitativt.

7) Prøvning paa kulsur kalk, svovelkis og marienglas og lignende stoffe skal først og fremst foretages paa ubrændt ler, hvorfor to ubrændte teglstene indleveres. Disse opbløddes i vand, hvorpaa de grovere dele fraskilles ved sigtning gjennem sigt med 400 masker pr. c/m.^{2} (ca. 1/3 m/m.s mellemrum mellem maskerne). Den saaledes udvundne sand prøves med lupe og med saltsyre paa mineralske egenskaber. Findes deri forurensninger af kulsur kalk, svovelkis, marienglas etc., saa prøves stykker af stenen — de, som er blevne tilbage ved udtagning af stykker til prøvningen paa opløselige salte — i en Papins gryde paa den skade, de muligens kan øve. De opstilles i Papins gryde saaledes, at de ikke berøres af vandet, men kun paavirkes af vanddamp. Dampens overtryk skal være 1/4 atm., forsøgets varighed 3 timer. Mulige afspaltninger bestemmes med lupe.

*) Denne sigt er den samme, der anvendes ved cementundersøgelser (sml. VIII C 2).

B. Tagsten.

1) Ved karakteristik af tagsten skal maximal- og minimalafmaalingerne anføres.

2) Den specifiske vægt skal bestemmes paa pulveriseret masse, der er gaaet gjennem sigt med 900 masker pr. c/m.^{2} og er befriet for det fineste støv ved sigtning gjennem sigt med 4 900 masker pr. c/m.^{2}. Bestemmelsen skal foretages med volumenometer.

3) Volumvægten skal bestemmes paa vandmættede stykker ved at bestemme det fortrængte vand, o: paa hydrostatisk vei. I saadanne tilfælder, hvor større tab kan indtræde ved mætningen med vand — f. ex. paa grund af udludede salte —, skal volumvægten bestemme i volumenometer, hvorved prøvestykkerne bliver at omhylle med paraffin.

4) Paa lignende maade som ved prøvning af mursten undersøges tagstenens vandopsugningsevne saavelsom

5) bestemmelse af de i vand opløselige salte.

6) Prøvning paa skadelige indblandinger, som læskbare kalkdele, skal gjennemføres paa analog maade som ved prøvning af tegl- eller mursten (sml. *A* nr. 4, 6 og 7).

7) Prøvning af overfladens vandopsugningsevne saavelsom massens omtrentlige gjennemtrængelighed for vand skal udføres paa følgende maade:

Man vælger dele af massen saa store, at de formaar at opsuge 20—25 c/m.^{3} vand. Disse stykker tørres og forsynes paa kanterne med et voksanstrøg. Derpaa paakittes med voks cylindriske rør af 10 c/m.^{2}'s indre tversnit. Man iagttager

a) den tid, 10 c/m.^{3} vand behøver for at trække ind. Vandet bringes ind i røret ved hjælp af pipette;

b) den tid, der medgaar, indtil der ved videre vandpaafyldning af 10—15 c/m.^{3} viser sig dugagtig fugtighed paa den undre flade;

c) den tid, der medgaar, indtil der omtrentlig danner sig draaber paa den undre flade ved videre paafyldning af 10 c/m.^{3} vand,

resp. det kvantum vand, der ved tagstene med nogenlunde gjennemtrængelighed dryp-per ned i et understillet bægerglas.

8) Tagstenens brudfasthed skal bestemmes paa saadan maade, at den undre flade efter bredden forsynes med to lister af portland-cement, ca. 1 c/m. brede, i en afstand fra hinanden af 20 c/m., medens midten af den øvre flade ligeledes forsynes med en list, 1 c/m. bred, efter tagstenens bredde. Ved prøvningen anbringes stenen paa de undre lister og belastningen paa den øvre.

C. Brolægnings- og puksten (naturlige og kunstige).

1) Angivelser over petrografisk og geologisk benævnelse, over oprindelse etc.
2) Angivelse over anvendelsens art som under de samme nummere under naturlige bygningsstene, *B* 1.
3) Endvidere bestemmes prøvestykkets specifiske vægt.
4) Ved alle materialer til gadebygning maa man — saafremt de ikke skal anvendes i bedækket rum eller i en frostfri egn — underkaste prøve paa frostbestandighed ved direkte frostforsøg paa samme maade som foreskrevet for naturlige bygningsstene, se *B* 1, nr. 7—10.
5) Prøvning af fortougstene foregaar — i forhold til deres brug — ved at undersøge afgnidningen. Hertil anbefales den af prof. Bauschinger i hefte XI af hans «Mittheilungen» foreslaaede methode. Ved alle brændte stene maa det undersøges, om stenens afgnidning er jevn fra den ydre brandhud til det indre. Dette gjøres ved gjentagelse af forsøget paa samme stykke og som sædvanlig ikke indskrænke prøvningen til ét stykke af det materiale, der skal undersøges. Det er endogsaa nødvendigt at stille stykker af de til levering stillede daarligste, middels og bedste sorter til disposition.
6) At fastslaa værdien af puksteng og brolægningsstene kan paa afgjørende maade kun ske ved anlæg af forsøgsgader, hvor materialet saavidt gjørligt udsættes for færdsel saa ens som muligt vedrørende maade og og vægt pr. meter gadebredde. Det er overmaade ønskeligt, at saadanne forsøgsstrækninger fra veivæsenets side anlægges saa alsidige som muligt og overalt paa ensartet maade. I den anledning henvises til de meddelelser, der findes i prof. Dietrich's skrift: «Die Baumaterialien der Steinstrassen».
7) For hurtigere at komme efter værdien af ny optrædende puksten- og brolægningsmaterialer, end det kan ske ved indlægning i forsøgsgader, og for ikke at maatte gjøre forsøgsgadernes antal ligesaa stort som antallet af materialer, er det nødvendigt at udfinde en methode til hurtigere prøvning af stenene. Da de nævnte materialer saavel udsættes for afslitning som slag, anbefales en undersøgelse af materialerne i dreietromler, saaledes som de i længere tid har været i brug i Frankrig og bl. a. staar aftegnet og beskrevet i det nævnte skrift af Dietrich. For at kunne forhøie slagvirkningen synes det dog nødvendigt at øge disse tromlers dimensioner til 0,3 m.s diameter og 0,5 m.s høide. Ogsaa omdreiningshastigheden bør øges.

   Bemærkes maa det dog, at man ikke maa overlade fremstillingen af pukstensprøverne til den, der anmoder om undersøgelse, men derimod for større enheds skyld lade den, der udfører prøvningen, besørge det.

   Det er en opgave i praxis at prøve overensstemmelserne i resultaterne ved denne prøvemaade, der bør have fortrin fremfor den før forsøgte boremethode (med stadig foranderlig beskaffenhed hos boret), med de resultater, der erholdes paa forsøgsgader.
8) Ved siden af denne trommelprøve er det desuden nødvendigt for pukstensmaterialers vedkommende, der er udsat for sammentrykning, at undersøge trykfastheden hos stenene paa ens tilberedte terninger af 5—7 c/m.s side.
9) Brolægningsstene prøves paa evnen til at kunne poleres (gjøres glat).
10) Ogsaa ved puksten- og brolægningsmaterialer synes det nødvendigt at udstrække prøvningen til de sletteste, middels og bedste af de forskjellige sorter, da det ved disse materialer næsten i første linie kommer an paa ensartethed i massen.
11) Prøvning af asfalt kan paa udtømmende maade kun ske ved anlæg af prøvegader. En med resultatet af denne prøvning overensstemmende dom kan man danne sig:
    a) ved bestemmelse af mængde og kvalitet af bitumen (om bitumenet er naturligt eller kunstigt);

b) ved fysikalsk og chemisk bestemmelse af residuum;
c) ved at undersøge prøvestykker paa den specifiske tæthed hos det materiale, der kommer til anvendelse, med Vicats normalmaal af 1 c/m.²s rundt tversnit;
d) ved at prøve saadanne prøvelegemers afgnidning ved slibning;
e) ved at prøve frostbestandigheden hos saadanne prøvelegemer.

D. Prøvning af konserveringsmidler for naturlige og kunstige bygningsstene.

1) Prøvning paa naturlige og kunstige bygningsstenes konservering skal foretages ved hjælp af strækprøven.
2) Som form for prøvelegemerne vælges den tyske normalform med 5 c/m.²s mindste tversnit.
3) For hver enkelt forsøgsrække er tre prøvelegemer tilstrækkelig. Skulde der herved vise sig nævneværdige abnormiteter, maa forsøgsrækken gjentages med fem nye prøvelegemer.
4) Methoden til prøvning af frostbestandigheden, der er foreskrevet under VII *B* 1 og VII *B* 2 for naturlige og kunstige bygningsstene, skal ogsaa anvendes ved prøvning af konserveringsmidler. — Desuden er det at anbefale at anstille forsøg for at komme efter konserveringens varighed. Praktisk bør gjentagelsen af den første forsøgsrække være tilstrækkelig efter tre og fem aar.
5) Da der kan gives konserveringsmidler, hvis virkning mindre afgjort gaar i retning af at forhøie fastheden, derimod i retning af at udelukke atmosfærens ødelæggende indflydelse ved tætning af overfladens porer, saa bør ved saadanne den tilsyneladende porøsitet bestemmes, hvilken findes af vandoptagelsesevnen i procenter af vægten af de ensartede prøvelegemer før og efter behandlingen med vedkommende konserveringsmiddel.
6) Konserveringen af prøvelegemerne skal ske efter de almindelige methoder ved den praktiske anvendelse af vedkommende konserveringsmiddel. Efter konserveringsmidlets natur er det at anbefale rationelt at ændre fremgangsmaaden, da ogsaa den maade, hvorpaa konserveringsmidlet anvendes, i væsentlig grad er af betydning for virkningen.

VIII. Prøvning af hydrauliske bindemidler.

A. I sin almindelighed.

1) Naar der handles om anvendelsen af hydrauliske bindemidler i et bestemt øiemed, saa maa det ved prøvningen af dem, hvorimellem valg skal træffes, tages i betragtning det øiemed, hvori de skal anvendes, og de til raadighed staaende tilsætningsmaterialer (sand, kis, slagger etc.), ɔ: prøvningen maa foretages i nærmeste tilslutning til øiemedet for anvendelsen og de til raadighed staaende tilsætningsmaterialer. Saadanne prøver kan ikke erstattes af de saakaldte normprøver.

   Kanaldække og rør skal prøves efter prof. Bauschingers methode (se «Mittheilungen aus den mech. techn. Laboratorium der techn. Hochschule in München», Heft VII).
2) Stræk- og trykfastheden hos cementmørtel, saavidt den nu er bestemt efter normer, er ikke alene et maal for det opbyggedes varighed; der kommer derimod flere vigtige momenter i betragtning, f. ex. veirbestandighed, sprødhed, modstand mod vandets gjennemtrængen, adhæsionsevnen, mørtelens volumbestandighed, hvilke er af største betydning for bygværkets varighed. Da den nu allerede naaede fasthed hos cementmørtel ikke kan udnyttes, synes en videre stigning i fasthed ikke nødvendig fra mørtelteknikens standpunkt seet.

B. Benævnelse.

1) Hydraulisk kalk er produkter, udvundne ved brænding af mere eller mindre ler- (eller kiselsyre-) holdige kalkstene, og som fugtede med vand læskes helt eller delvis til pulver. Efter stedet bringes det i handelen enten i stykker eller hydratiseret i melform.
2) Roman-cement er produkter, der er vundne ved brænding af lerrig kalkmergel under sammensintringsgrænsen, og som ved fugtning med vand ikke læskes, men ved mekanisk sønderdeling maa bringes i melform.
3) Portland-cement er produkter, der er udvundne af naturlig kalkmergel eller kunstig blanding af ler- og kalkholdige stoffe ved brænding indtil sintring og paafølgende knusning til melfinhed, og som paa en vægtdel af hydraule faktorer mindst indeholder 1,7 vægt-

del kalkjord («kalkerde»). For at regulere teknisk vigtige egenskaber er en tilsætning af fremmede stoffe i en mængde af indtil 2 pct. af vægten tilladt uden at forandre produktets navn.

4) Hydrauliske tilsætninger er naturlige eller kunstige stoffe, der i almindelighed ikke hærdner hydraulisk alene, men i forbindelse med ætskalk, f. ex. puzzolanjord, santorinjord, af dertil egnet vulkansk tuff (trass-sten), udvundet trass, masovnsslagger, brændt ler o. s. v.

5) Puzzolan-cement er produkter, som er udvundne ved intim blanding af pulverformet kalkhydrat med støvfri pulveriserede hydrauliske tilsætninger.

6) Blandede cementer er produkter, der er fremkomne ved intim blanding af færdige cementer med passende tilsætninger. Denne sort bindemidler skal efter grundstoffet og ved angivelse af tilsætningen udtrykkelig benævnes blandet cement.

C. Prøvning af hydrauliske bindemidler.

1. Vægt.

1) Bestemmelse af et hydraulisk bindemiddels specifiske vægt (den specifiske vægt af kornene nemlig) skal paa ens maade ske ved hjælp af det saakaldte volumenometer.

2) Til bestemmelse af volumvægten af hydrauliske bindemidler maa et normalliterkar af 10 c/m.s høide benyttes. I dette
   a) indsigtes der maskinelt med Tetmajers apparat;
   b) indrystes der ligeledes maskinelt med Tetmajers apparat;
   c) indsigtes der for haanden med benyttelse af ifyldningstragt og normalliterkar.

2. Malingens finhed.

Malingens finhed hos hydrauliske bindemidler bestemmes for portland-cements vedkommende med sigte med 900 og 4900 masker pr. c/m.^{2} og for de øvrige hydrauliske bindemidler med sigte med 900 og 2500 masker pr. c/m.^{2}. Ved hver prøve anvendes en mængde af 100 gr. Traadtykkelsen hos disse sigte skal være:

ved 4900	2500	900 masker pr c/m.^{2}
0,05	0,07	0,1 m/m.

og anbefales det kun at tage sigte fra én kilde.

3. Bindingsforhold.

1) For alle hydrauliske bindemidler med undtagelse af puzzolaner (trass):
   a) maa bindingsforholdene altid undersøges ved en temperatur af 15—18° C.;
   b) maa de undersøges paa en deig af normalkonsistens. For at fastslaa denne benyttes den med normalnaalen (se nedenfor) forenede konsistensmaaler, bestaaende af en stang af 300 gr.s vægt og 1 c/m.^{2}s diameter samt en cylindrisk daase af 4 c/m.s høide og 8 c/m.s bredde, forarbeidet af et for vand ugjennemtrængeligt og varme slet ledende materiale (bedst hartgummi).

   Til bestemmelse af normalkonsistensen udrøres 400 gr. af det hydrauliske bindemiddel med omtrentlig vandmængde til en stiv deig; denne gjennemrøres derpaa med en skeformet spattel — for langsomt bindende materialer — nøiagtig 3 minutter, ved hurtigbindere 1 minut, hvorpaa konsistensmaalerens daase fyldes uden rystning. Efterat deigens overflade er strøget jevn, sættes konsistensmaalerens skaft forsigtig i deigen.

   Et hydraulisk bindemiddels deigkonsistens er at betragte som normal, naar konsistensmaalerens skaft forbliver staaende i en høide af 6 m/m. over daasens bundflade.

   c) Bindingsforholdet undersøges med en 300 gr. tung normalnaal med 1 m/m.^{2}s rundt tversnit og med samme daase som før.

   Man udrører 400 gr. af bindemidlet med den under b) bestemte vandmængde til en deig, idet man for langsomt bindende materialer rører om i 3 minutter og for hurtigbindere i 1 minut og fylder daasen jevnt.

   Hærdningens begyndelse er indtraadt, naar naalen ikke mere helt gjennemtrænger kagen. Den kan ved hurtigbindere ogsaa bestemmes ved thermometret.

   For at bestemme bindetiden vender man daasen om. Ethvert hydraulisk bindemiddel kan betragtes som bundet, saasnart hærdningen er skudt saa langt frem, at normalnaalen ikke længer giver indtryk i

kagen. Den hertil medgaaede tid kaldes bindetiden.

Om et hydraulisk bindemiddel skal betragtes som langsomt eller hurtig bindende, afgjøres af hærdningens begyndelse.

d) Som forsøgsprøve ved bestemmelse af bindetiden kan ogsaa kageprøven gjøres. Hertil udrøres 100 gr. af vedkommende cement med vand til en deig af normalkonsistens ved langsomt bindende bindemidler i 3 minutter og ved hurtigbindere i 1 minut. Denne deig formes som en kage af ca. 2 c/m.²s tykkelse paa en jevn glasplade. Denne kage gjælder for bundet, naar den staar imod et svagt tryk med neglen.

e) Tillæg: Det er ønskeligt, at der ogsaa anstilles bindingsforsøg med høiere vandtilsætninger, gaaende ud fra normalkonsistensen.

2) For puzzolaner (trass):

Den finpulveriserede, ved 100—110° tørrede puzzolan prøves paa glødningstab (bundet vand) og ved den 300 gr. tunge normalnaal med 1 m/m².s rundt tversnit (sml. under 1, c) paa hærdningens begyndelse under vand ved saa nær som muligt 15° C. i hvert fald med iagttagelse af temperaturen. Hærdningens begyndelse prøves i en blanding af 2 vægtdele puzzolan (trass), 1 vægtdel kalkhydratpulver og 1 vægtdel vand. Den i daasen ifyldte og udjevnede mørtel skal straks bringes under vand og prøves efter to, tre, fire og fem dage paa den maade, at der undersøges, med hvilken belastning den nævnte normalnaal gjennemtrænger mørtelen, hvorved dog ikke den anvendte daase maa være over 4 c/m. høi.

4. Volumbestandighed.

1) Portland-cement.

a) For at faa en hurtig dom over portlandcementens volumbestandighed ved hærdning i vand eller i en tilstand, hvori den beskyttes mod indtørring, anbefales den simple tørkageprøve, der udføres saaledes:

Cementen udrøres med vand til en deig af normalkonsistens og støbes til en kage af 8—10 c/m.s gjennemsnit og ca. 2 c/m.s tykkelse.

To af disse kager, der, for at undgaa svindingsrevner, maa beskyttes mod udtørring, bliver efter 24 timers forløb — i ethvert fald først efter afbindingen — hvilende med sin plane flade paa en jevn metalplade — udsatte for en temperatur af 110—120° saa længe (dog mindst 1 time), indtil ingen vanddampe mere undviger.

Viser kagen efter denne behandling hverken krumning eller kantrevner, saa betragtes vedkommende bindemiddel som volumbestandigt; i modsat fald maa man afvente resultatet af den nu almindelig brugelige kageprøve paa glasplader, der gjælder for afgjørende.

Ved tilstedeværelse af mere end 3 pct. vandfri svovlsur kalk (eller tilsvarende gehalt af ubrændt gibs) kan tørreprøven ikke bruges.

b) Den afgjørende prøve paa volumbestandighed er kageprøven paa glasplade (pladeprøven), der udføres paa følgende maade:

100 gr. cement udrøres med vand til deig af normalkonsistens; deraf formes paa en jevn glasplade en kage af 2 c/m.s tykkelse. To af disse kager, der maa beskyttes mod udtørring, bliver efter 24 timers forløb (i hvert fald først efter bindingen) at opbevare under vand, og gjælder bindemidlet for at være volumbestandigt, maa kagen efter 28 dages forløb ikke vise nogen krumning eller kantrevne.

c) Kogeprøven er ubetinget at anse for den paalideligste og hurtigste prøve paa volumbestandighed hos portland-cement, slagcement og trass.

2) Hydraulisk kalk og roman-cement.

a) for disse anbefales den under 1, b anførte pladeprøve under vand.

3) Puzzolaner (trass).

a) For disse anbefales følgende methode: En blanding af 2 vægtdele puzzolan (trass), 1 vægtdel kalkhydratpulver og 1 vægtdel vand indfyldes i en stærkvægget daase, der oventil er aaben og nedad noget trangere. Daasen (forzinket jernblik) er 3—4 c/m. høi og 6—8 c/m. bred oventil. Deigen afstryges glat og sættes straks i et med vand fyldt kar saaledes, at vandet staar 2 c/m. høit over daasens øvre rand. Cementen, der skal hærdne, bør hverken rage frem over daasens rand eller hvælve sig. Daasen maa have en fast bund, for at mørtelen kun kan udvide sig opover.

b) Kogeprøven er ogsaa for trass ubetinget den paalideligste og hurtigste prøve til undersøgelse af volumbestandigheden (sml. I c).

5. Fasthedsprøven.

1) For alle hydrauliske bindemidler med undtagelse af puzzolaner (trass) skal:

a) fasthedsprøven foretages paa en blanding af 1 vægtdel af bindemidlet og 3 vægtdele sand. Det er imidlertid ogsaa ønskeligt, at der gjøres prøver med høiere sandtilsætning.

b) Den sand, der skal anvendes, maa være normalsand, der maa fremstilles af renest mulig kvartssand.

Normalsand i engere forstand, ɔ: saadan sand, hvortil alle sammenligningsforsøg refererer sig, er sand fra Freiwald, sigtet mellem sigt med 60 og 120 masker.

De andre lande med undtagelse af Preussen skal det være overladt at forskaffe sig sin normalsand og, saafremt det er muligt, paa den maade, at den sammenlignet med hin normalsand fra Freiwald skal være af samme virkning med hensyn paa erholdte fasthedsresultater. Kan ikke dette ske, saa maa man søge at finde hensigtsmæssige sammenlignings-koefficienter.

c) Traadtykkelsen hos de nævnte sigte skal være for: 60 — 120 masker,
0,38 — 0,32 m/m.

d) Volumvægten af normalsand undersøges i indsigtet tilstand i normalliterkarret.

e) Den værdibestemmende fasthedsprøve er trykprøven; den foretages paa terninger af 50 c/m.^{2} tversnit.

f) Den almindelige kvalitetsprøve (kontrolprøve for varer, der skal afhændes) er strækprøven, foretaget med det tyske normalapparat paa prøvestykker af den tyske normalform, med 5 c/m.^{2}'s brudtversnit.

g) Indtil videre kan stræk- og trykprøvelegemer fremstilles for haanden og af saavidt muligt samme tæthed.

h) For at udfinde stræk- og trykfastheden er for hver aldersklasse seks prøver nødvendige. Det arithmetiske middel af de fire høieste af de fundne tal er at anse som bestemmende.

i) Samtlige prøvelegemer maa opbevares i de første 24 timer i luft i et med vanddamp mættet rum, resten af tiden indtil umiddelbart før prøvningen under vand af 15—18° C., der maa fornyes hver syvende dag.

k) Som bestemmende prøve ansees 28 dagesprøven for samtlige bindemidler.

For at kunne bedømme kvaliteten i kortere tid kan man for portland-cements vedkommende ogsaa undersøge fastheden af blandingsforholdet 1 : 3 efter syv dages forløb.

Med hensyn til bedømmelse af kvaliteten i endnu kortere tid, inden tre dage, besluttede konferencen i Wien:

Prøven med ren cement (portland- og slagcement) frembyder alene intet tilstrækkeligt grundlag for disse produkters rigtige bedømmelse.

De prøvelegemer, der er fremstillede i blandingsforhold (vægt) 1 : 3, frembyder vistnok intet tilstrækkelig sikkert grundlag for bedømmelsen af portland- og slagcements fulde værdi; deraf lader der sig imidlertid trække en foreløbig slutning om materialets godhed, og man anbefaler derfor indførelsen af tredages-sandprøven.

Ved denne anbefaler konferencen, at der til fremstilling af prøvelegemerne kun bliver anvendt saadanne maskiner, der gjør det muligt ved anvendelse af det normale rammearbeide at fremstille stræk- saavelsom trykprøver i — saavidt muligt — lige lang tid.

Den normalsand, der anvendes, maa naturligvis være naturlig forekommende ren kvartssand.

Til prøvning af trykfastheden anvendes præcisionsmaskiner.

2) Prøvning af puzzolan(trass-)mørtels fasthed skal ske paa lignende maade paa en blanding af 2 vægtdele puzzolan (trass), 1 vægtdel kalkhydrat, 3 vægtdele normalsand og 1 vægtdel vand. Behandlingen skal forøvrigt være som for cementprøvningen; specielt skal ogsaa puzzolan(trass-)mørtel før nedsænkning i vand opbevares 24 timer i luften i et med vanddamp mættet rum. For specielle øiemed kan prøvelegemerne ogsaa straks efter fremstillingen bringes under vand; i saadanne tilfælder er det at anbefale at forhøie vandtilsætningen i mørtelen med 1/10. Iagttagelse af varmeforholde er for alle puzzolan(trass-)

mørteler af den største vigtighed; hvis paa nogen maade muligt skal en temperatur af 15—18° C. holdes for tilberednings- og opbevaringsvandet. Til prøvning af puzzolan-(trass)mørtel skal kun reneste luftkalk (marmorkalk) anvendes, da fastheden for en væsentlig del er afhængig af kalken.

Hvis bygningsforvaltningen selv fremstiller puzzolanen (trassen) af tuffsten (trass-sten), saa maa stenen før prøvetagningen pulveriseres saa fint, at 75 pct. passerer gjennem sigt med 900 masker og 50 pct. gjennem sigt med 4900 masker af den før angivne traadtykkelse.

6. Adhæsionsfasthed

skal senere konferencer fatte beslutninger om.

7. Udbytteforhold

af de forskjellige hydrauliske bindemidler ved mørteltilberedning bestemmes enten ved det bekjendte mørtel-volumenometer eller ved regning efter Stahls methode. Med hensyn til denne henvises til XIV hefte af «Mittheilungen aus dem mech. techn. Laboratorium der kgl. techn. Hochschule», s. 252—270.

8. Indvirkning af havvand paa hydrauliske bindemidler.

Ogsaa dette spørgsmaal skal afgjøres af senere konferencer.

Den 4de faste komité har faaet i opdrag at undersøge forskjellige andre spørgsmaal og fremlægge resultaterne for senere konferencer.

1) At redegjøre for og prøve mulig nye fremkommende forslag angaaende konstruktion af faldværk og særlig samle under udførelse af faldforsøg gjorte erfaringer og søge at opstille ensartede prøvemethoder.
2) At samle mest muligt materiale til opstilling af normer for stykkeprøver (prøve af hvert stykke af en levering).
3) Ved opstilling af normer for slagværk og fasthedsprøvemaskiner at tage særligt sigte paa muligheden af at gjennemføre stykkeprøvning.
4) Ved disse 2) og 3) at have for øie ikke alene aksler, men alle bygnings- og konstruktionsmaterialer af jern og staal.
5) At give meddelelser om et nyt i Amerika anvendt apparat til prøvning af traade, om hvilket ingeniør Henning, New-York, paa Wienerkonferencen gav meddelelser.
6) Opsøgning af midler og veie til at kunne begrunde det ret ofte abnorme forhold hos flusjern, der ofte viser sig ved uventet brud, trods at de af enderne af de brudte stave udtagne materialprøver har vist ganske normale forhold ved kvalitetsprøven. Bestyrelser etc. anmodes om i paakommende tilfælde at stille denne slags materialer til disposition, forat der ved en indgaaende prøvning ogsaa kan tages hensyn til deres chemiske sammensætning
7) Bedømmelse af stukningsprøven og opstilling af forskrifter for dens udførelse ikke alene ved prøvning af kobber, bronce og andre metaller, men ogsaa for jern og staal.
8) Prøvning af nedenstaaende kogeprøve for portland-cement:

   50 gr. af den cement, der skal prøves, gjennemarbeides i omtrentlig normalkonsistens, o: med 13—15 gr. vand 1 minut, og formes til de bekjendte glaspladekager (1 c/m. tyk i midten, tynd og udløbende paa kanterne). Den forbliver 24 timer i et med vanddamp mættet rum, bringes derpaa sammen med glaspladen eller fraløsnet i et koldt vandbad, der langsomt, o: omtrent 30 minutter, bringes til kogning, bedst med paadækket laag for mest muligt at hindre bortdampning af vand. Kagen skal befinde sig helt i kogende vand. I tilfælde vand maa paafyldes, maa dette ske i smaa portioner, saa vandet straks efter kommer ikog paany.

   Ved prøvning af methoder til bestemmelse af volumbestandighed skal der ogsaa tages med blandinger af cement og sand.
9) Bedømmelse af kogeprøven ogsaa for hydraulisk kalk og roman-cement.
10) Bestemmelse af normalkonsistens og opsøgning af hensigtsmæssig maskinel fremstilling af prøvelegemerne, og særlig de betingelser, hvorved samme tæthed naaes for stræk- og trykprøvelegemer.
11) Udarbeidelse af forslag til paa korteste tid at bedømme hydrauliske bindemidlers kvalitet. Særlig skal hensyn tages til udførelse af chemiske analyser. Endvidere bedømmelse af naaleprøven (bestemmelse af den vægt, der er nødvendig for at faa en naal eller en piston til at trænge ned til en vis dybde i det

hærdnede bindemiddel. Endvidere den indflydelse, varme bad har paa fremskyndelsen af hærdningsprocessen.

12) Udredning af indvirkningen af havvand paa hydrauliske bindemidler.

13) Methoder, efter hvilke de enkelte bygningsmaterialer — specielt jernsorter — skal prøves med hensyn paa forhold ligeoverfor abnormt lave temperaturer.

14) Undersøgelse over fæcaliers indvirkning paa hydrauliske bindemidler.

15) Undersøgelse over abnorme forholde hos cement, særlig vedrørende bindetiden.

15) Udarbeidelse af ensartede prøvemethoder ikke alene for bygnings- og konstruktionsmaterialer i snevreste forstand, men ogsaa for andre teknisk vigtige stoffe og produkter (textilstoffe, papir, smøreoljer etc.).

17) Om sammenhængen mellem den chemiske sammensætning og veirbestandigheden hos naturlige bygningsstene. Prøvning af røggassens, specielt svovlsyrlingens, indflydelse.

18) Ensartede prøvningsmethoder for paastrygningsmaterialer som beskyttelsmidler mod rust ved jernkonstruktioner.

19) Methoder til undersøgelse af sveisninger og sveisbarhed.

20) Veirbestandighed hos tagskifer.

21) Udførelse af sammenligningsprøver og angivelse over de hensigtsmæssigste og enkleste maalemethoder for bøieligheden af metalliske stave

o. s. v., o. s. v.

Af disse spørgsmaal er flere allerede behandlede af de forskjellige underkommissioner i tildels udførlige beretninger. Saaledes nr. 6, 10, 11, 13, 14, 17, 18, 19, 20 og 21.

Kun et faatal af disse spørgsmaal blev der tid til at behandle paa Züricherkonferencen i september d. a.

Tillæg.*

A. Papirprøvning.

I. Klassificering af papir.

Cirkulære-, skrive- og konceptpapir, bestemt til embedsmæssigt brug af de kgl. preussiske embedsmænd, klassificeres efter følgende to tabeller:

Tabel I. Fasthedsklasse 1—6.

Klasse.	1	2	3	4	5	6	Skala for modstand mod knækning.
a) Midlere afrivningslængde i meter mindst . . .	6000	5000	4000	3000	2000	1000	0. overordentlig liden. 1. meget liden.
b) Midlere strækning i pct. af den oprindelige længde mindst	4,5	4	3	2,5	2	1,5	2. liden. 3. middels. 4. temmelig stor.
c) Modstand mod knækning	6	6	5	4	3	1	5. stor. 6. meget stor. 7. overordentlig stor.

Tabel II. Stofklasse 1—4.

Klasse I. Papirsorter, kun af klude, med ikke mere end 2 pct. aske.

— II. Papir af klude med tilsætning af cellulose, straastof, esparto, men fri for træmasse, med ikke mere end 5 pct. aske.

— III. Papir af hvilkensomhelst sammensætsætning, dog uden tilsætning af træmasse med ikke mere end 15 pct. aske.

Klasse V. Papir af hvilkensomhelst sammensætning og askegehalt.

Ethvert papir maa være limfast og uden fri syre.

Et papir, der ikke samtidig viser de under a) og b) opførte fasthedstal, hører til en lavere klasse.

* De efterfølgende materialers undersøgelser er endnu ikke behandlede af konferencerne. Der angives her kun de almindelig benyttede undersøgelsesmethoder.

Naar f. ex. et papir med 5 000 m.s afrivningslængde kun viser 3 pct. strækning, tilhører det klasse 3 og ikke klasse 2.

I regelen skal ogsaa knækningsmodstandens nummer svare til de under de tilsvarende klasser opførte tal; dog skal disse ikke i alle tilfælder ansees for afgjørende.

II. De forskjellige papirklassers anvendelse.

Som holdepunkter for dem, der har at udskrive leveringer af papir til bestemte øiemed, tjener følgende normer:

Klasser og stofsammensætning ved udvalg af papir.

1) For særlig vigtige dokumenter, der er beregnede paa lang opbevaring: fasthedsklasse 1 og stofsammensætning I.
2) For dokumenter, embedsregistre, forretningsbøger o. s. v.:
   a) for første sort: klasse 2 og stofsammensætning I;
   b) for anden sort: klasse 3 og stofsammensætning II.
3) For aktpapir bestemt til varig opbevaring:
   a) for kongelig — «mundir» — brevpapir o. s. v.: klasse 3 og stofsammensætning II;
   b) for konceptpapir: klasse 4 og stofsammensætning II.
4) For papir, som er bestemt til almindeligt brug og kun skal opbevares nogle aar i akter:
   a) for kanzelspapir m. m. og brevpapir: klasse 3 og stofsammensætning III;
   b) for konceptpapir: klasse 4 og stofsammensætning III.
5) For brevomslag, pakpapir o. s. v.:
   a) for første sort: klasse 3 og stofsammensætning II;
   b) for anden sort: klasse 5 og stofsammensætning III.
6) For papir, som skal anvendes til underordnede øiemed i det daglige behov, og hvor man ikke forlanger varighed, kan stofsammensætning IV vælges uden særligt hensyn til klassen.

Papir af den sidste afdeling (6) bør kun benyttes til formularmæssige meddelelser, opfordringer, indstævninger o. s. v. Disse skal ikke forblive blandt akterne, men kun tjene til forsending.

For at kontrollere de her nævnte egenskaber udføres de under kap. 3 § 7 anførte undersøgelser.

1. Afrivningsfastheden og strækningen

foregaar med smaa fasthedsprøvemaskiner. Man begynder nu mere og mere at anvende Wendler's apparat istedetfor det tidligere benyttede Hartig-Reusch's. Prøvestrimlernes længde = 180 m/m. mellem indspændingskjæverne, bredde = 15 m/m. Fem prøvninger foretages paa strimler parallele med maskinretningen, fem lodret paa denne. Midlet af de ti aflæsninger er resultatet. For at eliminere papirtykkelsens indflydelse regner man ikke fastheden i absolut brudfasthed, men i afrivningslængde. Denne faaes ved at dividere strimlens vægt i brudbelastningen, betyder altsaa den længde, ved hvilken en ved den ene ende ophængt strimmel brister ved sin egen vægt. Dens værdi er uafhængig af strimlens tversnit. Har man en prøvelængde af 0,18 m., finder strimlernes midlere vægt = g og betegner brudbelastningen med P, saa er

$$\text{afrivningslængden } R = \frac{0{,}18}{g} P.$$

2. Modstand mod knækning

prøves ved at tage et ark og gjentagende fast sammenballe det og derpaa brede det ud. Mulige brud eller knækninger undersøges, hvorefter papiret vaskes mellem hænderne, til der fremkommer hul. Prøven er vistnok subjektiv, men man kan ved øvelse opnaa et godt holdepunkt. Tilstedeværelsen af fyldestoffe giver sig ogsaa ved denne prøve tilkjende.

3. Bestemmelse af askegehalten.

Denne foretages som almindelig ved forbrænding af et papirstykke af bekjendt vægt i en tareret porcelænsdigel og paafølgende veining af residuet. I praxis foretages bestemmelsen ofte ved hjælp af Post's askevægt.

4. Mikroskopisk undersøgelse af papir.

Prøver udtages paa forskjellige steder af det ark, der skal undersøges. Limet papir koges først i fortyndet natronlud.

Den hidtil almindeligst brugte farvemethode er med den vanlige jodkalium-jodopløsning.

Herved bliver:

1) Træmasse og jute: gulfarvet.
2) Træ-, straa- og espartocellulose: farveløs.
3) Bomuld, lin og hamp: brunfarvet.

En draabe af jodopløsningen bringes paa et objektglas, hvorpaa fiberprøven fordeles jevnt i

denne. Et dækglas lægges paa, og den overflødige jodopløsning suges op med filtrerpapir. Undersøgelsen foretages bedst ved 300 ganges forstørrelse.

I den senere tid anvender man ved papirprøveanstalten i Charlottenburg følgende opløsning:

a) 40 gr. $Zn\,Cl_2$ opl. i 20 gr. $H_2\,O$.
b) 1,15 gr. $\mathcal{J} + 4{,}5$ gr. $K\mathcal{J}$ opl. i 6 gr. $H_2\,O$.

Af disse blandes 18 dele af opløsning a) og 6 dele af opløsning b) og tilsættes 2 dele vand. Den saaledes sammenblandede vædske lader man en stund staa, hvorpaa den filtreres gjennem glasuld. Af denne opløsning farves:
chemisk masse: blaa,
mekanisk masse og jute: gul,
bomuld, lin og hamp: rødviolet.

5. Mikroskopisk prøvning af de forskjellige fibre.

Herom henvises til de forskjellige haandbøger i papirprøvning.

6. Kvalitativ paavisning af træmasse

sker enten ved en med saltsyre tilsat alkoholisk opløsning af phloroglucin eller en vandig opløsning af svovlsur anilin. Den første farver træmasseholdigt papir dyb rød, den anden gul.

7. Chemisk undersøgelse af limningen.

Man bringer 1 draabe jernkloridopløsning, indeholdende 1,531 pct. jern, paa papirprøven og lader den trække ind saamange sekunder, som en kvadratmeter af papiret veier antal gram, hvorpaa resten hurtig opsuges med filtrerpapir. Bagsiden af papiret bestryges saa med en vandig opløsning af tannin. Farves denne straks sort, saa er papiret ikke limfast. Skal man undersøge limningens art, udstrækker man prøven med absolut alkohol og hælder opløsningen i destilleret vand. Ved vegetabilsk limning indtræder der grumsning af vandet.

For at paavise dyrisk lim koger man prøven i vand, helder af og tilsætter lidt kviksølvklorid og kalilud. Forandres kviksølvoxydets gule farve til sort ved længere kogning, tyder det paa dyrisk lim.

8. Undersøgelse paa fri syre.

Prøven opvarmes svagt med destilleret vand ca. ½ time. Vædsken afhældes og prøves paa fri syre med kongorødt, der ved syre bliver blaa.

B. Smørematerialer.

Her kan kun i grove træk gives et omrids af de undersøgelser, smørematerialer er gjenstand for. Nærmere detaljer findes i den specielle literatur, f. ex. Martens: «Schmieröluntersuchungen, Mith. a. d. kgl. techn. Versuchsanstalt zu Berlin 1888», Ergänzungsheft III s. 1—8; «Handbuch der Ingenieurwissenchaften» IV, 3 Abth. 5 Lief, Kap. XVII, s. 84—131: «Hilfsmittel und Verfahren der Materialprüfung» von M. Rudeloff.

1. Bestemmelse af indre rivning.

Denne kan foretages:
1) Ved svingning af plader i vædsken.
2) Ved svingning af vædsken i U-formede rør.
3) Ved at hæve plane flader fra vædskens overflade.
4) Ved udstrømning gjennem rør.

De to første af disse methoder har ingen praktisk betydning. Ved methode nr. 3 er der forskjellige praktiske vanskeligheder at overvinde. Den sidste er den almindelig brugte. Man skiller mellem rivningen udtrykt i absolut maal i gram, centimeter og sekunder, og den specifiske seighed, o: forholdet mellem den indre rivning hos det materiale, der skal undersøges, og en anden enhedsvædske. Til denne prøve benyttes nu almindelig det bekjendte Englers viskosimeter.

2. Bestemmelse af specifisk vægt

foregaar enten ved pyknometer paa almindelig maade eller ved hydrostatisk vægt eller ved areometre.

3. Oljers og fedtarters forhold i luften.

Det gjælder her særlig at skille mellem tørrende og ikke tørrende oljer samt de ubestemmelige, der staar midt imellem. Tørringsevnen af oljen bestemmes ved den vægtforøgelse, et bestemt oljeskikt faar under bestemte forholde og behandlet med specielle stoffe.

4. Smeltepunktet

bestemmes for de faste smørematerialer (paraffin, ceresin, vaselin o. s. v.) paa almindelig maade i kapillarrør.

5. Stivningspunkt og frysepunkt

er kun en gradforskjel. De fedtarter, der har stivningspunktet under 0°, siger man fryser.

Stivnings- og frysepunktet falder for smøremalerialers vedkommende ikke sammen med smeltepunktet, men ligger i almindelighed noget lavere. De bestemmes som almindeligt. Imidlertid findes der en del specielle opskrifter om, hvordan saadanne bør udføres, som f. ex. fra foreningen for mineraloljeindustrien.

6. Opflamningspunktet,

den temperatur, hvor materialet udsender brændbare dampe, bestemmes nu i almindelighed med Abels petroleumsprøveapparat.

7. Antændelsespunktet,

den temperatur, hvor oljen selv tændes af en flamme og rolig brænder videre, kan bestemmes ved direkte ophedning eller ved Abels apparat. I dette tilfælde ligger antændelsespunktet ved den temperatur, hvor de undvigende dampe brænder jevnt uden ophør.

8. Kogepunktet

kan for de egentlige fedtarters (glyceriders) vedkommende ikke bestemmes, da de spaltes, forinden temperaturen stiger saa høit. For mineraloljers vedkommende ligger den ofte høiere end kviksølvets kogepunkt.

9. Syregehalten

kan bestemmes ved metalætsning eller kvalitativt paa chemisk vei, f. ex. ved at undersøge, om kobberoxydul eller kobberoxydulholdige slagger for en del opløses og fremkalder grøn farve i oljen. Burstyns oljesyremaaler beror paa det princip, at man sammenligner den specifiske vægt af et alkoholisk extrakt af oljen ligeoverfor ren alkohol. Ved titreranalysen bestemmes fri syre bedst i et alkoholisk udtræk. Paa mineralsyrer undersøges særskilt.

10. Paavisning af tilblandinger af forskjellig art.

Saadan paavisning kan ofte være forbundet med store vanskeligheder. En række specielle opskrifter findes; det vil imidlertid føre for vidt her nærmere at gaa ind paa disse. En ny methode til at paavise mineraloljer i planteoljer, der ikke mig bekjendt findes omtalt i literaturen, saa jeg i prøvelaboratoriet ved jernbanerne i Malines (Belgien). Den bestaar i at hælde nogle draaber af vedkommende olje paa en tallerken, der anbringes over et kogende vandbad. Ved tilsætning af en draabe svovlsyre giver de ublandede planteoljer en sort flæk, skarpt afgrænset. I tilfælde planteoljen er opblandet med mineralolje, trækker flækken sig udover. Ved denne methode skulde indtil 4 pct. mineralolje kunne bestemmes i planteolje.

11. Mekanisk oljeprøvning, rivningsforsøg og bestemmelse af varmeudviklingen i friktionsfladerne.

Til disse forsøg er en række apparater konstruerede, dels apparater med plane rivningsflader, dels med cylindriske flader. Flere af dem findes omtalte og beskrevne i den før nævnte del af «Handbuch der Ingenieurwissenschaften».

Prøvningen af de øvrige under kap. 3 § 8 anførte materialer er for en væsentlig del af ren chemisk art og udføres som almindelig i analytiske laboratorier.

FEMTE KAPITEL.

UNDERSØGELSESGEBYRER OG MATERIALBEHOV FOR UNDERSØGELSERNE.*

Kategori A. Naturlige bygningsstene.

1. Omfattende prøvning af bygningsstene.

Redegjørelse for den geologiske alder, tætheden, volumvægten, porøsiteten, haardheden, vandoptagningsevnen, frostbestandighed, trykfasthed parallel og lodret lagningen, i tør og vandmættet tilstand.

Materialbehov: 14 terninger af 7 c/m.s kantlængde (for bløde stene 10 c/m.), 2 haandstykker af 6 c/m.s tykkelse og 6—8 c/m s længde og bredde. Terningerne maa have plane flader og skarpe kanter og have nøiagtig angivelse af lagningsfladerne.

Alle omkostninger, der følger af utilstrækkelig appretur, falder tilbage paa indsenderen.

Gebyr for en enkelt undersøgelse . . . fr. 80.
Pris for abonnement paa 5 forsøg . . » 240.
» » — » 10 — . . » 400.

2. Reducerede kvalitetsprøver paa bygningsstene.

Redegjørelse for den geologiske alder, tætheden, volumvægten, haardhedsgraden, vandoptagningsevnen og bestemmelse af trykfasthed i tør tilstand normalt til lagningen.

Materialbehov: 4 terninger.
2 haandstykker.

Angaaende afmaaling af appretur som under 1.

Gebyr for en enkelt undersøgelse . . . fr. 40.
Pris for abonnement paa 5 forsøg . . » 120.
» » — » 10 — . . » 200.

3. Prøvning af tagskifer.

Redegjørelse for den geologiske alder, tætheden, volumvægten, porøsiteten, vandoptagningsevnen, vandgjennemtrængeligheden, gehalten af kulsur kalk og pyrit, veirbestandighed (efter Fresenius), frostbestandighed, brudfasthed i tør og vandmættet tilstand.

Materialbehov: 22 stykker udsøgte, lige stærke, skarpkantet skaarne skiferplader.

Gebyr for en enkelt undersøgelse . . . fr. 100.
Pris for abonnement paa 5 forsøg . . . » 300.

Kategori B. Kunstige bygningsstene.

1. Prøvning af mursten.

Redegjørelse for overfladebeskaffenheden, tætheden, volumvægten, porøsiteten, vandoptagningsevnen, gehalten af opløste salte, gehalten af læskbare legemer, frostbestandigheden, trykfastheden lodret paa lagningen i tør og vandmættet tilstand.

Materialbehov: 22 stykker udsøgte, lige skarpt brændte stene (helst i normalform).

Gebyr for en enkelt undersøgelse . . . fr. 80.
Pris for abonnement paa 5 forsøg . . » 240.
» » — » 10 — . . » 400.

B. Prøvning af tagsten.

Redegjørelse for overfladebeskaffenheden, tætheden, volumvægten, porøsiteten, vandoptagningsevnen, gjennemtrængelighed for vand, gehalten af opløselige salte, gehalten af læskbare legemer, frostbestandigheden, brudfastheden i tør og vandmættet tilstand.

Materialbehov: 22 stykker udsøgte, lige skarpt brændte stene.

Gebyr for en enkelt undersøgelse . . . fr. 100.
Pris for abonnement paa 5 forsøg . . . » 300.

Gebyr for specielle undersøgelser inden kategorierne A. og B.

Bestemmelse af specifisk vægt . . . . fr. 5
— » porøsiteten . . . . . » 8
— » vandoptagningsevnen . . » 10

* Disse afviger i almindelighed ikke meget ved de forskjellige anstalter. De her opførte er fra prøveanstalten i Zürich.

Bestemmelse af gjennemtrængelighed for vand . . . . . fr. 8
— » veirbestandighed hos tagskifer (efter Fresenius) . . » 10
— » frostbestandighed. . . . » 20
— » strækfasthed (pr. sort) . . » 20
— » trykfasthed . . . . . » 20
— » brudfasthed . . . . . » 20

Kategori C. Bindemidler.

1. Luftkalk i stykform.

a) Omfattende prøve.

Chemisk analyse, læskeforholde, udbytte, redegjørelse for vægtforholde og mørtelens fasthed for stræk og tryk i blandingsforholde fra 1 : 1 til 1 : 5 efter 7, 28, 84, 210 og 365 dages hærdning i luft og i fugtig kulsyre.

Materialbehov: 50 kg.
Gebyr for en enkelt undersøgelse . . . fr. 120.
Pris for abonnement paa 5 forsøg . . . » 360.

b) Reduceret kvalitetsprøve.

Redegjørelse for udbyttet, trykfasthed hos mørtelen i blandingsforhold fra 1 : 3 til incl. 1 : 5 efter 7, 28, 84, 210 og 365 dages hærdning i luft og i fugtig kulsyre.

Materialbehov: 25 kg.
Gebyr for en enkelt undersøgelse . . . fr. 60.
Pris for abonnement paa 5 forsøg . . » 180.

2. Luftkalk i pulverform som kalkhydrat.

a) Omfattende prøve.

Chemisk analyse, bestemmelse af specifisk vægt, glødetab, volumvægt, mørtelens fasthed for tryk og stræk i blandingsforholde fra 1 : 1 til 1 : 5 efter 7, 28, 84, 210 og 365 dages hærdning i luft og i fugtig kulsyre.

Materialbehov: 50 kg.
Gebyr for en enkelt undersøgelse . . . fr. 120.
Pris for abonnement paa 5 forsøg . . » 360.

b) Reduceret kvalitetsprøve.

Som for luftkalk i stykform under 1 b.

Materialbehov: 25 kg.
Gebyr for en enkelt undersøgelse . . . fr. 60.
Pris for abonnement paa 5 forsøg . . » 180.

3. Hydraulisk kalk (roman- og portland-cement).

a) Omfattende prøve.

Chemisk analyse, bestemmelse af den specifiske vægt og volumvægt, glødetab, hærdningens begyndelse og bindetiden saavelsom temperaturforhøielsen, bestemmelse af volumbestandighed og malningens finhed, bestemmelse af bindemidlets egen fasthed og mørtelens fasthed for stræk og tryk i blandingsforholde fra 1 : 1 til incl. 1 : 7 efter 7, 28, 84, 210 og 365 dages luft- og vandlagring. Endvidere bestemmelse af betonfasthed efter 28, 84 og 360 dages luft og vandlagring.

Materialbehov: 150 kg.
Gebyr for en enkelt undersøgelse . . . fr. 380.

b) Almindelig kvalitetsprøve.

Chemisk analyse, bestemmelse af specifisk vægt og volumvægt, glødetab, hærdningens begyndelse og bindetiden saavelsom temperaturforhøielsen, bestemmelse af volumbestandighed og malningens finhed; endvidere bestemmelse af bindemidlets egen fasthed og mørtelfasthed efter 7, 28, 84, 210 og 360 dages vandlagring.

Materialbehov: 50 kg.
Gebyr for en enkelt undersøgelse . . . fr. 180.
Pris for abonnement paa 5 forsøg . . » 540.

c) Reduceret kvalitetsprøve.

Bestemmelse af specifisk vægt og volumvægt, glødetab, hærdningens begyndelse og bindetiden, temperaturforhøielsen, bestemmelse af volumbestandigheden og malningens finhed; endvidere bestemmelse efter normerne af stræk og tryk-fasthed for mørtelen efter 7, 28, 84, 210 og 360 dages vandlagring.

Materialbehov: 25 kg.
Gebyr for en enkelt undersøgelse . . . fr. 100.
Pris for abonnement paa 5 forsøg . . » 300.

d) Normalprøven.

Bestemmelse af specifisk vægt og volumvægten, glødetab, hærdningens begyndelse og bindetiden, temperaturforhøielse, bestemmelse af volumbestandigheden og malningens finhed; endvidere bestemmelse af mørtelfastheden for stræk og tryk efter normerne efter 7 og 28 dage.

Materialbehov: 10 kg.
Gebyr for en enkelt undersøgelse . . . fr. 50.
Pris for abonnement for 5 forsøg . . » 150.
» » — » 10 » . . » 250.

Pris for abonnemet for 15 forsøg . . . fr. 340.
» » — » 20 — . . . » 400.

Gebyr for specielle undersøgelser inden kategori C.

Bestemmelse af den specifiske vægt og glødetab . . . . . fr. 8
— » volumbestandighed . . . » 5
— » bindingsforholdene og temperaturforhøielse . . . . » 5
— » volumbestandighedsforhold » 8
— » malningens finhed . . . » 2
— » mørtelsorternes gjennemtrængelighed for vand . . » 20
— » fasthedsforholde, stræk og tryk for mørtelsorterne og aldersklasse . . . . . » 15
— » betonfasthed for forskjellige sorter og aldersklasserne: ved fremstilling af prøvelegemerne i anstalten » 10
— » do. do. paa byggepladsene . . . . . » 5

Kategori D. Bygningstræ.

1. Omfattende prøvning.

Angivelse af fibrenes løb, antal og beskaffenheden af kvistknuder i længdesnittet. Bestemmelse af den gjennemsnitlige bredde af aarringene. Ændringen af ringbredden i radius's retning. Træringenes beskaffenhed og det midlere forhold mellem høstved og vaarved. Bestemmelse af fugtighedsgraden, tætheden i leveringstilstanden og tørret ved ca. 105° C. samt volumvægten. Bestemmelse af stræk-, tryk-, skjære-, bøiningselasticitet og fasthed. Optegning af arbeidsdiagrammer for bøiningsfasthed og bøiningsarbeidet paa grænsen ved karakteristiske tilstandsforandringer. Prøvestykkernes mængde og appretur er fastslaaet ved et specielt regulativ.
Gebyr for en enkelt undersøgelse . . . fr. 200.

2. Reduceret kvalitetsprøve.

Bestemmelse af tryk- og bøiningsfasthed, arbeidsdiagrammers optagelse for bøiningsfastheden.

Materialbehov: Af hver bjælke, der skal prøves: 3 skarpkantede, prismatiske stave med plane flader af 10 × 12 c/m.s tversnit og 160 c/m.s længde.
Gebyr for en enkelt undersøgelse . . . fr. 60.
Pris for abonnement paa 5 forsøg . . . » 180.

3. Specielle undersøgelser.

Ethvert til kategorien D hørende andragende om undersøgelse skal om muligt være tilføiet:
1) En nøiagtig betegnelse af træet;
2) angivelse over alderen og fældningstiden;
3) angivelse over oprindelsen og de stedlige forholde paa voksestedet (syd- eller nordskraaning, høide over havet, i tæt skov eller i skovranden etc.);
4) geologiske forholde paa voksestedet (moræne, molasse, kalk, lerskifer etc.).

Kategori E. Metaller.

Efter det særlige behov og efter arten af metallernes anvendelse kan der forlanges udført stræk-, tryk-, afskjærings-, bøie- og torsionsforsøg saavel med halv- som helfærdige produkter; ligesaa forsøg med bro- og maskindele.

Gebyrerne for de eventuelle undersøgelser bestemmes i almindelighed efter eget reglement.

Særlig mærkes:

1. Den omfattende kvalitetsprøve paa stræk (eller tryk).

Bestemmelse af elasticitetsmodulen, grænsemodulen, strækningens begyndelse, afslitningsarbeidet, kontraktionen, brudstrækningen og udvidelsesforholde efter bruddet, saavelsom bestemmelse af strækfastheden af flad- og rundstave indtil 5 c/m.^{2}'s tversnit.
Gebyr for et enkelt forsøg . . . . . fr. 10.

2. Den reducerede kvalitetsprøve paa stræk (eller tryk).

Bestemmelse af strækningens begyndelse, kontraktionen, brudstrækningen og strækningsforholdene efter bruddet, saavelsom strækfastheden af flad- og rundstave indtil 5 c/m.^{2}'s tversnit.
Gebyr for et enkelt forsøg . . . . . fr. 6
— mere end 2 forsøg for hvert enkelt . . . . . » 5
Pris for abonnement paa 10 forsøg . . » 40
—»— 25 — . . » 90
—»— 50 — . . » 160
—»— 100 — . . » 300

3. Den omfattende bøieprøve.

Bestemmelse af bøiningsfastheden, elasticitetsmodulen, grænsemodulen, bøiegrænsen, kohæsionsgrænsen (bøiningsfastheden), størrelsen af gjennem-

bøiningen og bøiningsarbeidet paa grænsen ved de karakteristiske tilstandsforandringer hos materialet.

Materialbehov:

ved jernbaneskinner: afsnit af 1,20 m.s længde;
» bygningsbærere, zorés og andet formjern: afsnit af 1,7 m.s længde;
» pladebjælker: stykker af 2,70 m.s længde;
» støbejern, bronce og andre legeringer: barrer med kvadratisk tversnit med 5,0 c/m.s side og 1,10 m.s længde.

Gebyr for en enkelt undersøgelse . . . fr. 20.

4. Den reducerede bøieprøve.

Bestemmelsen af bøiningsgrænsen, kohæsionsgrænsen (bøiningsfastheden), størrelsen af gjennembøiningen og bøiningsarbeidet ved disse grænser.

Materialbehov:

ved støbejern: barrer efter forskrift for støbte barrer, o: kvadratisk tversnit med 3,0 c/m.s side og 1,10 c/m.s længde;
» smedbart jern, kobber, bronce og andre legeringer: som under 3).

Gebyr for en enkelt undersøgelse . . . fr. 6
— mere end 2 undersøgelser pr. forsøg » 5
Pris pr. abonnement paa 10 forsøg . . » 40
—»— 25 — . . » 90
—»— 50 — . . » 160

5. Specielle undersøgelser

efter programmer, hvorom man enes.

Gebyr for specielle undersøgelser under kategori E.

Bestemmelse af specifisk vægt . . . . fr. 3,00
For en koldbrudprøve . . . . . » 1,00
— varmbrudprøve . . . . . » 1,50
— smedeprøve, ombøinings- eller udbredningsprøve . . . . . » 5,00
— stukningsprøve . . . . . » 3,00
— traadafslitnings- eller torsionsprøve » 1,00
— traadombøiningsprøve . . . . » 0,10

Kategori F. Metal- og hampetoug, drivremme, kjættinge etc.

1. Den almindelige kvalitetsprøve paa stræk.

Beskrivelse af ydre beskaffenhed, konstruktions- og vægtsforholde; fugtigheds- og askegehalt hos hampetoug, bestemmelse af strækningsforholde og strækningsfasthed.

Gebyr for prøvning af et enkelt metaltoug:
for rundtoug under 3 c/m.s tykkelse . . fr. 15
— af 3 c/m.s tykkelse og derover samt for fladtouge . . . . . » 20

Pris pr. abonnement paa

	2 forsøg	5 forsøg
for rundtoug under 3 c/m.	fr. 25	fr. 50
derover	» 35	» 70

Gebyr for afslitningsprøve paa et enkelt hampetoug eller en enkelt drivrem . . . . . fr. 6
Pris pr. abonnement paa 4 forsøg . . . » 20

Materialbehov:

For prøvning af metaltoug ved tougbane er dette bestemt ved et eget regulativ. Naar man ikke agter at udføre en enkelt traadprøve, er i almindelighed pr. forsøg et tougafsnit af 2,5 m.s længde tilstrækkeligt; for enkelt traadprøve udfordres der end yderligere et tougstykke af 1,2 m.s længde. En enkelt hampetougprøve fordrer en touglængde af 2,0 m.

For enkelte afslitningsprøver paa drivremme udfordres et stykke af 1,50 m.s længde.

Kategori G. Chemiske analyser.

a) Gebyr for hele analyser:

	Uden alkali	Med alkali
1 leranalyse	fr. 30	fr. 45
- kalksten- og smergelanalyse	» 25	» 40
- slaganalyse	» 30	» 45
- sandstensanalyse . . .	» 30	» 45
- kalk- og cementanalyse .	» 25	» 40
- staal- og smedejernsanalyse (5 stoffe)	» 40	
- støbejernsanalyse (5 stoffe)	» 45	
- bronce og messinganalyse (4—5 stoffe)	» 45	
- tinanalyse	» 50	
- træcement-analyse (efter Fresenius)	» 25	

b) Gebyr for enkelte bestemmelser.

1. Mineralske legemer:

1 kiselsyre- bestemmelse	fr. 5
- lerjord- —	» 5
- jern- —	» 5
- kalk- —	» 10
- magnesia- —	» 5
- kulsyre- —	» 5

1 svovelsyre-	bestemmelse	fr.	3
- svovl-	—	»	5
- vand-	—	»	2

2. Ved metaller:

1 kulstof-	bestemmelse	fr.	10
- silicium-	—	»	10
- svovl-	—	»	10
1 fosfor-	bestemmelse	fr.	10
- mangan-	—	»	10
- arsen-	—	»	12
- aluminium-	—	»	10
- kobber-	—	»	12
- antimon-bismuth-	— . . . . . à	»	15
- tin-	—	»	15
- zink-	—	»	15

SJETTE KAPITEL.

PRØVEANSTALTER FOR BYGNINGSMATERIALER.

Prøveanstalter findes nu mere eller mindre fuldstændige i de fleste civiliserede lande. I almindelighed er de anlagte af staten. Nogle private findes ogsaa, f. ex. STANGER's *mechanical engineering laboratory* i London.

Ofte finder man prøveanstalterne kombinerede med tekniske høiskoler — en ordning, der har flere fordele, da de studerende derved lettes adgangen til praktisk at lære de egenskaber hos materialerne at kjende, der er af særlig betydning. I England drives prøvning for en stor del af de studerende selv, der i bestemte tider under veiledning af professorer gjennemgaar prøvningen af de vigtigste materialer. Saadanne praktiske kurser er sjeldnere i de andre europæiske lande. Enkelte prøveanstalter er her enten helt beregnede paa løbende kontrol for det offentlige og private — altsaa paa rent praktisk-merkantile undersøgelser, der bringer anstalten en betydelig indtægt, der for enkeltes vedkommende dækker driftsomkostningerne — eller de er beregnede væsentlig paa videnskabelige undersøgelser, ledede af vedkommende professor. I de fleste tilfælder har prøveanstalterne begge opgaver at forene.

En kort beskrivelse af de vigtigste af de existerende prøveanstalter findes i det efterfølgende. Nærmere angivelser over anlægs- og driftsomkostningerne er det ofte umuligt at give, da mange anstalter har udviklet sig lidt efter lidt fra en liden begyndelse. Den sum, der er betalt for de forskjellige maskiner, har nu liden interesse, da maskinernes pris ofte er betydelig lavere nu end ved anskaffelsen. Anstalternes kombination med de tekniske høiskoler, med anvendelse af disses lærerkræfter som ledere eller assistenter, vanskeliggjør ofte udredningen af de egentlige driftsomkostninger. Nogen nærmere redegjørelse for antallet og arten af de aarlig udførte undersøgelser kan vanskelig overalt gives, da oplysninger herom ofte er af for intim natur til at kunne meddeles fremmede. At gjennemgaa de forskjellige prøveanstalters tilblivelse og historie vil her føre for vidt. Kun i grove træk kan deres indredning, administrationsforholde og forskjellige maskiner meddeles. Som exempler paa gebyrer og materialbehov ved undersøgelserne er allerede nævnt forholdene ved Zürichs prøveanstalt.

§ 1. Prøveanstalten for bygningsmaterialer i Zürich.

Denne har fra 1891 sin egen bygning i nærheden af polyteknikum. Bygningen, der foruden kjælderetage har to øvre etager, har en længde af 38,4 m. og en bredde af 21,4 m. Foruden de i det følgende anførte forskjellige rum haves tjenerbekvemmelighed paa tre værelser og kjøkken. Følgende forskjellige lokaliteter findes (se fig. 31, 32, 33 og 34):

A. Kjælderetagen.

1) Fyringsrum (6,85 × 4,25 m.s gulvflade). Dette indeholder:
   a) Indredning for chemisk-analytiske forbrændingsarbeider.
   b) 1 sandtørreovn.
   c) 1 tørreskab for lave temperaturer.
   d) 1 cementbrændeovn.
   e) 1 muffelovn for temperaturer indtil ca. 1000°.
2) Materialdepot (6,85 × 3,90 m.s gulvflade) indeholder:
   a) Beholder for normalsand.
   b) Lagerplads for indkomne hydrauliske bindemidler.
3) Cementværksted (11,35 × 6,85 m.s gulvflade) indeholder:
   a) 4 arbeidspladse for elever og volontører.
   b) 2 fuldt udstyrede formmaskiner for prøvelegemer af hydrauliske bindemidler.
   c) 2 hele udstyr til sigte- og rystemaskiner.
   d) 2 apparater til indstøvning for bestemmelsen af volumvægten hos hydrauliske bindemidler i løs tilstand.
   e) 1 apparat til sigtning af normalsand.
   f) 4 fuldstændige udstyr for apparater til bestemmelse af bindingen.
   g) Apparater til bestemmelse af temperaturforhøielse.
   h) 2 arbeidspladse for den faste betjening.
   i) 1 én-hests vandmotor.
   j) Værktøi og utensilier.
4) Vaadlagerrum (6,82 × 5,35 m.s gulvflade) indeholder:
   a) 2 murede vandbeholdere,
   b) 2 træ-vandbeholdere,
   begge til lagring af prøvelegemer.
5) Smedje (7,65 × 6,98 m.s gulvflade) indeholder:
   a) Smede-esse med ventilatorblæst.
   b) Smederedskaber og utensilier.
6) Kulrum (7,65 × 2,75 m.s gulvflade).
7) Kjælderrum (7,65 × 2,90 m.s gulvflade).
8) Støvkammer (7,65 × 2,47 m.s gulvflade) indeholder:
   a) 1 petrolreservoir.
   b) 1 kuglemølle.
   c) 1 kalkbeholder.
   d) 1 skiferbord.
   Petrolreservoiret er lukket og staar ved hjælp af fylderør i forbindelse med gaardsrummet.
9) Vaad-værksted (6,82 × 5,35 m.s gulvflade) indeholder:
   a) 1 vaadsag, system Heinrich.
   b) 1 diamant-stenhøvlmaskine.
   c) 1 slibeapparat til bestemmelse af afgnidning, system Bauschinger.
   d) 1 slibeapparat for metaller, konstrueret af prof. Escher.
   e) 1 ammoniak-kompressor, system Linde, med kjølekasse for frostprøver.
   f) Diverse utensilier og værktøi.
10) Fotografisk mørkerum (2,00 × 1,50 m.s gulvflade) indeholder:
   Udstyr til fremkaldelse, fixering, tørring etc.

Første etage.

11) Bestyrerens kontor (7,02 × 5,50 m.s gulvflade) indeholder:
   Foruden kontorudstyr anstaltens bibliothek.
12) Assistenternes kontor (7,02 × 5,50 m.s gulvflade) indeholder:
   Foruden kontorudstyr 2 analytiske vægte.
13. Fysisk laboratorium (11,50 × 7,00 gulvflade) indeholder:
   a) 8 pladse for elever og volontører.
   b) Apparater til specielle fysiske arbeider.
   c) Apparater til løbende volumbestandighedsprøver for hydrauliske bindemidler.
   d) Vandblæst for 4 flammer.
   e) 1 kapel med gas og vand.
   f) 1 apparat til prøvning af gjennemtrængelighed for vand.
   g) 2 vægte.
   h) 1 heisningsapparat fra cementværkstedet.
   i) Stativ til luftlagring af cementprøver.
   j) Maaleværktøi.
   k) Forskjellige redskaber.
14) Chemisk laboratorium (8,55 × 7,00 m.s gulvflade) indeholder:
   a) 3 arbeidspladse for de faste chemikere.
   b) 1 kapel med 6 vandbad.
   c) Gas og vand.
   d) 2 vandblæseapparater.
   e) Diverse apparater.
15) Mekanisk værksted (16,75 × 7,80 m.s gulvflade) indeholder:
   a) 3 fræsemaskiner.
   b) 2 boremaskiner.
   c) 4 dreiebænke.
   d) 3 høvlmaskiner.
   e) 1 rundsag.

f) 1 baandsag med træhøvl og fræseindretning.
g) 1 skjæremaskine.
h) 1 slibesten.
i) 2 høvlbænke for træarbeider.
j) 6 arbeidspladse.
k) 1 én-hests turbine, system Bosshard-Ziegler.

16) Motorrum (5,60 × 4,00 m.s gulvflade) indeholder:
a) 1 to-hestes gasmotor, system Martini & Co.
b) 1 ca. syv-hestes petroleumsmotor, system v. Lüde (Saurer & Sohn, Arbon).
c) 1 dynamomaskine.
d) Forskjellige udrustningsgjenstande.

17) Forsøgs- og maskinrum (20,80 × 8,20 m.s gulvflade) indeholder:
a) 1 Werders fasthedsmaskine, 100 t., med apparater til stræk-, tryk-, knæknings- og bøieforsøg.
b) 1 fasthedsmaskine, system Pohlmeyer, for 100 t. med apparater til at foretage stræk- og bøiningsforsøg. Maskinen arbeider hydraulisk; den staar i forbindelse med bygningens vandledning, er forsynet med multiplikator og tjener hovedsagelig til løbende afslitningsprøver paa jern og staal.
c) 1 fasthedsmaskine, system Mohr & Federhaff, oprindelig for 50 t., afændret til et maximum af 25 t. med udstyr til afslitnings- og bøieprøver. Den tjener væsentlig til kvalitetbestemmelse af støbejern, kobber og dets legeringer.
d) 3 hydrauliske presser: 1 for maskinel drift, 120 t., system Brink-Hübner, 1 for 20 t., system Amsler-Amagat, og 1 for 2 t., system Amsler-Amagat. Samtlige trykapparater arbeider med friktionsløse stempler efter Amagats princip.
e) 1 præcisions-strækmaskine for 2 t. maximalbelastning, system Hartig-Lennert.
f) 1 traad-afslitningsapparat, fjæderdynamometer, system Amsler.
g) 1 traad-torsionsapparat, system Amsler.
h) 1 nyt traad-ombøiningsapparat af Tarnogrocky.
i) 2 afslitningsapparater for bindemidler.
j) 1 adhæsionsapparat for bindemidler.
k) 1 koldbøiemaskine for metaller, system Mohr-Federhaff.
l) 1 do. for metaller, system Amsler.
m) 1 liden Schmid's vandmotor til drift af traadprøvemaskinen.
n) 1 løbekran af 3 t.s bæreevne.
o) Bauschingers finmaalingsapparater.
p) Udenfor maskinsalen er der en stabil hærd med Root's blæst; bruges væsentlig ved støbning af metaltoug.

2den etage.

18) Auditorium (12,50 × 7,85 m.s gulvflade) tjener undertiden som forsamlingsrum, har med hensyn hertil bevægelige pulte. Kathedret er forsynet med gas, vand og elektricitet; vinduerne har rullegardiner, forat salen kan gjøres mørk.

19) Arkiv (7,85 × 4,05 m.s gulvflade) indeholder anstaltens deponerede akter og tryksager; desuden forskjellige anskuelsesmidler for docenten ved foredrag om bygningsmaterialernes teknologi m. v.

20) Samlingsrum (8,55 × 7,07 m.s gulvflade) tjener udelukkende til opbevaring og vedligehold af undersøgte materialer.

B. Anlægsomkostninger for anstalten.

1)	Byggeplads	fr.	42 175,75
2)	Jord- og murarbeider	»	59 421,26
3)	Stenhuggerarbeider	»	21 194,57
4)	Jernbærere	»	4 257,00
5)	Tømmerarbeider	«	14 534,75
6)	Tag- og blikkenslagerarbeider	»	5 004,55
7)	Snedker- og glasmesterarbeider	»	12 988,21
8)	Smedearbeider	»	4 235,90
9)	Gibsarbeider	»	9 578,65
10)	Malerarbeider	»	3 105,73
11)	Tapetserarbeider	»	343,39
12)	Gulvbelæg	»	703,82
13)	Parketering	»	3 033,80
14)	Billedhuggerarbeider	»	735,25
15)	Gas- og vandledning	»	2 573,25
16)	Fyringsanlæg	»	8 922,00
17)	Indhegning	»	7 407,85
18)	Diverse	»	1 784,27
		Sum fr.	202 000,00

Indre indredning.

1)	Anskaffelse af maskiner, apparater, mobiliar; reparation af maskiner og mobiliar	fr.	69 568,95
2)	Fundamenter, reservoirer etc.	»	4 999,24
3)	Elektrisk lysanlæg	»	3 945,20
4)	Gas- og vandledning	»	2 259,40
		Sum fr.	80 772,79

Hertil kommer endel gamle maskiner, hvoriblandt Werders 100 t.s maskine.

C. Personale (for aaret 1892).

Bestyreren,
1 chemiker,*
1 sekretær.
1 mekaniker, assistent ved de løbende kontrolbestemmelser i metalbrachen,
2 smede,
1 cementarbeider,
1 hjælper ved cementarbeider,
1 fyrbøder,
1 kontorbud.

D. Budget.

Indtægter.

Nr.	Titel.	1884	1885	1886	1887.	1888	1889	1890	1891	1892	Summa.
1	Bidrag af forbundskassen .	7 000,00	12 093,89	7 000,00	9 950,00	10 000,00	10 000,00	10 000,00	13 000,00	17 500,00	96 543,89
2	Indtægter ved prøvning af:										
	a) raamaterialer . . .	—	532,50	96,70	813,00	650,00	955,60	539,50	740,00	510,00	4 837,30
	b) bygningsstene . . .	70,30	20,00	255,00	734,50	790,00	1 054,85	561,00	696,25	1 539,60	5 721,50
	c) bindemidler	6 476,87	2 834,52	4 906,60	3 052,20	3 359,90	4 523,90	4 097,80	5 970,97	7 632,30	42 855,06
	d) bygningstræ	—	120,00	—	35,00	—	70,00	—	—	—	225,00
	e) metaller	2 342,00	4 738,73	5 812,70	4 050,50	5 069,85	8 563,78	10 464,14	10 230,36	10 558,30	61 830,36
	f) touge og drivremme .	417,70	493,45	90,00	115,00	390,00	326,40	518,95	716,00	673,65	3 741,15
3	Uforudseede indtægter . .	24,86	139,50	358,23	243,64	236,50	501,10	741,38	1 902,17	1 859,75	6 007,13
	Total fr.	16 331,73	20 972,59	18 519,23	18 993,84	20 496,25	25 995,63	26 922,77	33 255,75	40 273,60	221 761,39

Udgifter.

Nr.	Titel.	1884	1885	1886	1887	1888	1889	1890	1891	1892	Summa.
1	Gager til personalet . . .	7 325,00	8 060,65	8 504,35	8 949,85	10 459,95	11 760,00	13 062,25	14 158,05	17 132,50	99 412,60
2	Udgifter til extraordinære arbeider	701,10	945,55	387,12	444,23	901,55	583,80	3 045,65	2 362,53	3 123,53	12 495,00
3	Vedligeholdelse af inventar:										
	a) nyanskaffelser . . .	1 270,35	7 610,80	3 183,69	3 575,39	3 378,65	2 452,60	953,05	6 315,34	4 235,40	32 975,27
	b) reparationer	326,11	186,90	364,35	590,03	129,75	416,15	327,50	658,35	709,10	3 906,24
4	Materialanskaffelser . . .	541,42	286,60	520,70	481,45	911,00	709,30	368,85	1 610,39	7 019,11	12 448,82
5	Appretur ved forsøgsmaterialerne	72,42	185,40	601,82	1 845,70	1 002,91	1 155,44	1 430,81	2 080,50	931,70	9,306,70
6	Chemiske analyser . . .	1 200,00	1 691,25	1 831,90	1 014,29	1 452,00	5 452,00	1 903,00	1 811,00	336,00	10 691,44
7	Porto, telegrammer etc. .	858,55	698,94	724,08	452,68	784,52	1 468,49	1 251,76	1 691,61	2 175,65	10 106,28
8	Tryksager, lith. arbeider .	1 849,92	513,70	1 590,85	543,96	493,30	399,09	2 466,00	—	720,75	8 577,27
9	Skrivematerialer, kontorartikler.	168,35	80,70	144,25	283,39	169,25	477,35	480,10	399,35	799,17	3 001,91
10	Tidsskrifter, bøger . . .	—	296,84	125,87	59,20	265,85	177,17	149,15	162,00	148,73	1 384,81
11	Diverse	10,00	415,26	540,25	753,67	547,53	944,24	1 484,65	2 006,63	2 743,96	9 446,19
	Total fr.	14 322,92	20 972,09	18 579,23	18 993,84	20 496,26	25 995,63	26 922,77	33 255,75	40 273,60	219 752,30

* Senere i længere tid 3 chemikere; desuden en af høiskolens professorer, der fra tid til anden udfører specielle undersøgelser.

E. Udførte undersøgelser.

Aar.	Bygnings-stene.	Bindemidler.	Bygnings-træ.	Metaller.	Touge og driv-remme.	Forskj	Total.
1880	13	324	—	188	—	—	525
1881	132	357	—	322	8	—	819
1882	2	5 697	—	391	34	—	6 124
1883	1 612	3 718	666	354	32	44	6 426
1884	117	7 429	24	371	18	—	7 959
1885	460	5 849	25	915	81	40	7 370
1886	86	10 783	—	716	29	49	11 663
1887	247	5 332	23	1 293	11	58	6 964
1888	212	11 981	86	1 024	17	202	13 522
1889	294	11 793	12	1 264	14	211	13 588
1890	175	6 198	—	1 748	540	217	8 878
1891	207	8 044	—	2 077	401	176	10 905
1892	265	7 800	—	2 513	135	174	10 887
Total	3 822	85 305	836	13 176	1 320	1 171	105 630

Foruden de i tabellen anførte undersøgelser har anstalten i de forløbne aar udført en række videnskabelige arbeider, der dels er udgivne i brochureform, dels som artikler i forskjellige tidsskrifter samt i «Mittheilungen der Anstalt zur Prüfung von Baumaterialien».

§ 2. Prøveanstalten i Berlin, Charlottenburg.

Denne prøveanstalt har været delt i tre dele:

1) Prøveanstalt for bygningsmaterialer.
2) Mekanisk-teknisk forsøgsanstalt.
3) Chemisk-teknisk undersøgelseslaboratorium.

Af disse er nu 1 og 2 slaaet sammen. Nr. 3 har sit lokale i bergakademiet i Berlin og skal omtales under chemiske forsøgslaboratorier. De to første har en egen bygning, staaende i forbindelse med den tekniske høiskole i Charlottenburg; se fig. 35.

Underafdelinger findes for papirprøvning og for prøvning af smørematerialer, den sidste udstyret med et chemisk speciallaboratorium.

I. Personale.

A. Afdelingen for de mekanisk-tekniske prøver og prøvning af bygningsmaterialer.

1 afdelingsbestyrer.
3 assistenter.
1 instrumentmager.
1 mekaniker.
3 medhjælpere.

B. Afdelingen for papirprøvning.

1 afdelingsbestyrer.
2 assistenter.
2 medhjælpere.

C. Afdelingen for prøvning af smørematerialer.

1 afdelingsbestyrer.
1 assistent.
1 medhjælper.

D. Sekretariatet.

1 kontorbetjent.
3 kopister.
1 bud.

E. Teknisk kontor.

2 assistenter.
2 medhjælpere.

F. Værksted.

6 arbeidere,
tilsammen 32 foruden direktøren.

Tilskud til driftsomkostningerne for de regulære arbeider beløb sig i aaret 1890 til 50 000 mk. Foruden løbende undersøgelser gjøres der stadig en række større videnskabelige undersøgelser dels for jernbanerne, dels for fabriker etc.

II. Anstaltens forskjellige apparater.

A. Afdelingen for mekanisk-tekniske undersøgelser.

1) 1 multiplikator til 300 atm.
2) 1 Werder-maskine paa 100 t. samt Bauschingers og Martens's finmalingsapparater.
3) 1 Martens's maskine paa 50 t. for normale rundstave og for mindre dimensioner. Maskinen er vertikal og drives hydraulisk med kraftudmaaling paa balance med lodder. Maskinen er desuden forsynet med Martens's finmaalingsapparater.
4) 1 Weddings-maskine paa 40 t. Denne maskine er nu udrangeret.
5) 1 Pohlmeyer-maskine paa 100 t.
6) 1 Pohlmeyer-maskine paa 50 t.
7) 1 Hoppes maskine paa 500 t.
8) 1 Rudeloffs strækmaskine paa 1 t.
9) 1 Rudeloffs torsionsprøvemaskine for traad indtil 10 m/m.s diameter.
10) 1 lidet slagværk, konstr. Martens. Loddets vægt 50 kg. Høide 4,5 m.
11) 1 stort slagværk, konst. Camer. Loddets vægt 600 kg. Høide 10 m.
12) Indspændingsapparater for prøverne.
13) Ovn til glødning af prøverne.
14) 1 smelteovn.
15) Smedje.
16) Wøhlers maskine med udstyr til undersøgelse af den indvirkning, en ofte gjentagen kraft øver.
17) Martens's nye maskiner til prøvning ved gjentagende bøininger og slag.
18) En 140 t. hydraulisk presse.
19) Apparat til undersøgelse af rør etc.
20) Afgnidningsmaskine.
21) Fuldstændigt cementværksted.
22) Diverse apparater til bestemmelse af spec. vægt af bygningsmateriale.
23) 1 Amsler-Laffons cementpresse paa 30 t.

B. Afdelingen for papirprøvning.

1) 4 Hartig-Reusch's strækmaskiner med registreringsapparater.
2) 3 Wendlers strækmaskiner.
3) 1 Rehses forsøgsmaskine.
4) Forskjellige apparater til fysisk og chemisk undersøgelse af papir.

C. Afdelingen for smørematerialer.

1) Hermanns apparat til bestemmelse af friktionskoefficienter.
2) Martens's oljeprøvemaskine.
3) Flere viskosimetre og forskjellige apparater til undersøgelse af smørematerialernes fysiske og chemiske egenskaber.

D. Det mekaniske værksted.

Dette tjener til prøvernes præparation og til reparationer samt til undervisning for de studerende ved høiskolen. Det er forsynet med dampmaskine og gasmaskine foruden almindeligt mekanisk udstyr.

E. Fotografisk atelier

til fotografering af brudflader etc. til fibrøse materialers mikrografi med Carl Zeiss's instrumenter.

Anstaltens arbeider i 1894—95 fremgaar af følgende tal: mek.-teknisk afdeling: 12 139 enkeltforsøg + 9610 enkeltprøvninger af cement; papirafdelingen: 1 149 enkeltprøvninger; smørematerialer: 259 enkeltprøvninger.

§ 3. Statslaboratoriet i Malines (Belgien).

(Laboratoire d'essais.)

Denne anstalt, der udfører undersøgelser for de belgiske jernbaner, har sit lokale i to store bygninger, der staar i sammenhæng med jernbaneværkstederne. Anstalten bestaar af to afdelinger: det mekaniske og det chemiske laboratorium; den bestyres af en direktør. Hver enkelt afdeling har desuden en afdelingsbestyrer. Personalet ved det chemiske laboratorium udgjøres foruden af afdelingsbestyreren af fire faste laboranter. Det mekaniske laboratorium har foruden afdelingsbestyreren en række — i antal varierende — medhjælpere, der tages af jernbanens personale. Anlægsomkostningerne er det vanskeligt at opgive, da de forskjellige maskiner er anskaffede lidt efter lidt og desuden til priser, der var betydelig høiere end de nuværende.

Driftsomkostningerne for aaret 1891 hidsættes.

1. Udgifter:

Personale	fr. 31 000
Gas, kul og chemikalier	» 6 500
Overføres	fr. 37 500

Overført fr.	37 500
Udgifter ved tilberedning af prøvelegemerne	» 13 700
Tilsammen fr.	51 200

Udgifter til lokale, der haves ved jernbanen, er ikke medregnet.

2. Indtægter:

For undersøgelser af bygnings- og konstruktionsmaterialer for private . . fr.	7 400
Forskjel fr.	43 800

A. Det chemiske laboratorium.

Dette udfører alle slags forefaldende chemiske analyser af: tøier, oljer, metaller, legeringer, farver, vand etc., udfører fotometriske og elektrolytiske undersøgelser o. s. v. Cementanalyser udføres desuden for private.

B. Det mekaniske laboratorium.

Følgende apparater haves:

1) 1 Kirkaldys maskine for stræk, tryk etc. fra Greenwood & Batley. Maximalkraft 500 t.; kan undersøge prøver af 7 m.s længde. Pris fr. 125 000.
2) 1 cementpresse, system Amsler-Laffon. Maximalkraft 300 kg. pr. c/m.^{2}.
3) 1 strækapparat (dynamometer) for seildug.
4) 1 do. for læder.
5) 1 do. for tøi og papir (system Chereby, Chauvin & Martin, Darbil, Paris).
6) 1 maskine for præcisionsmaalinger (system P. van den Kerchaves, T. Cook & Sons, York, England).
7) Apparat til prøvning af oljebelæg mod tryk.
8) Apparat til afslitning af cementprøver med 60 c/m.^{2}s tversnit (en almindelig vægtstangsmaskine).
9) Kabelpræparermaskine.
10) 1 Michaëlis cementprøveapparat.
11) 1 maskine til prøvning af kjættinger af indtil 10 m.s længde (Greenwood & Batley).
12) 1 gasmaskine paa 10 h. k.
13) 1 presse til prøvning af stødfjædres sammentrykning. Spiralfjædre af 15—20 c/m.s høide sammenklemmes 500 gange. Skal fjædrene godkjendes, maa de herved ikke lide varig forkortelse af over 5 m/m. (Apparatet er fra Greenwood & Batley.)
14) Hammerapparat for cementprøver for stræk.
15) — — for tryk.
16) Et større slagværk.

§ 4. Laboratoires de l'école nationale des ponts et chaussées (Paris).

(Se fig. 36.)

Denne anstalt har to afdelinger: et chemisk- og et fysisk-mekanisk laboratorium. Det chemiske laboratorium var fra først af bestemt til undervisning for eleverne ved *l'école des ponts et chaussées*. Siden 1876 er laboratoriet installeret i *Rue des Saints-Cères*. Dets opgave er nu at være til tjeneste for bro- og veiingeniører og øvrige interesserede ved udførelse af analyser af konstruktionsmaterialer. Det er udstyret med de almindelige chemisk-analytiske hjælpemidler. Den fysisk-mekaniske afdelings forskjellige laboratorier er nu indrededе i *l'école des ponts et chaussées, dépôt Avenue d'Jena 3*. I det efterfølgende gives en fortegnelse over dens forskjellige underafdelinger og de maskiner og apparater, de er udstyrede med.

A. Forsøg med naturlige og kunstige stene.

1) En hydraulisk presse paa 14 t.; drives af en pumpe.
2) En hydraulisk presse paa 70 t.

Til prøvning af kraften tjener Boudons metalmanometer. Man har to stykker, hvoraf det ene kun anvendes fra tid til anden for at kontrollere arbeidsmanometrets angivelse.

Disse presser er til kontrol forsynede med vægte og et mikrometerapparat (konstr. M. Klein) samt et multiplikatorapparat til bestemmelse af materialernes sammentrykkelighed.

3) En presse med vægtarme til tryk- og afskjæringsforsøg.
4) 1 slagværk.
5) 1 maskine til bestemmelse af afgnidningen.
6) 1 trommelapparat til bestemmelse af pukstenes afslitning ved gnidning og stød mod hverandre.
7) Registreringsapparat til bøiningsforsøg.
8) 1 frysemaskine, med anvendelse af methylklorid (firmaet Douane, Jobin & Co., Paris).

B. Undersøgelse af kalk og cement.

1) Sigteapparat for kalk og cement.
2) Apparat til bestemmelse af volumvægten for kalk og cement.

3) De nødvendige utensilier til bestemmelse af den til frembringelse af normalkonsistensen nødvendige mængde vand.
4) 1 Vicats apparat til bestemmelse af bindingens begyndelse.
5) Sigte til fremstilling af normalsand med 60 og 120 masker.
6) Former til støbning af briketter med 5 og 16 c/m.^{2}'s tversnit.
7) Kar til opbevaring af cementprøvelegemerne haves indmurede i de naturlige katakomber, der findes under laboratoriet, hvor temperaturen veksler meget lidet aaret rundt.
8) Strækapparat for prøvelegemer af 16 c/m.^{2}'s tversnit.
9) Strækapparat for prøvelegemer af 5 c/m.^{2}'s tversnit.
10) Multiplikationsapparat til bestemmelse af længdeforandringer af kalk og cementstave ved sammentrykning.
11) Mikrometerapparat til undersøgelse af kalk og cementstaves lineære udvidelse.
12) Diverse apparater til filtrationsforsøg gjennem cementblokke.
13) Samling af de schweitsiske normalapparater:
    a) sigtapparat;
    b) apparat til bestemmelse af bindingens begyndelse;
    c) dampbad til bestemmelse af volumbestandigheden;
    d) 1 hammerapparat for strækprøver med 5 c/m.s tversnit;
    e) 1 hammerapparat til formning af terninger med 7 c/m.s side til trykforsøg;
    f) 1 almindelig afslitningsapparat (Michaëlis);
    g) 1 apparat til bestemmelse af mørtelens gjennemtrængelighed for vand.

C. Undersøgelse af metaller.

1) Mekanisk værksted.
2) 1 universal-strækmaskine (system Falcot frères, Lyon) paa 60 t. til stræk-, tryk- og bøiningsprøver med tilhørende indspændingsapparater.
3) Forskjellige finmaalingsapparater.

I det efterfølgende meddeles en tabellarisk oversigt over anstaltens chemiske virksomhed i tiaaret 1881—90. De undersøgte prøver kan indføres under 1 af 6 kategorier:

1) kalksten, kalk, cement, gibs, mørtel;
2) ler, sand, teglsten;
3) bygnings- og brolægningsstene;
4) jordarter, gjødningsstoffe;
5) vand og vandresiduum;
6) diverse prøver.

Aar.	Antal anmodninger.	Antal prøver.	Fordelingen af prøverne under de forskjellige kategorier.					
			1	2	3	4	5	6
1881	334	1 351	576	51	311	147	198	68
1882	440	1 843	741	97	559	156	218	72
1883	270	1 177	435	157	319	44	166	56
1884	300	1 164	508	118	229	55	210	44
1885	300	1 268	597	55	323	45	208	40
1886	325	1 283	671	36	227	69	184	96
1887	328	1 096	598	81	134	16	144	123
1888	312	1 541	976	55	228	30	93	132
1889	238	1 149	788	51	150	17	75	68
1890	239	879	514	44	53	22	93	153
Total	3 086	12 751	6 404	745	2 533	601	1 589	852
Middel pr. aar	309	1 275	641	75	254	60	159	86

Omtrent hver prøve er underkastet kvantitativ chemisk analyse; man kan regne, at i middel er der i hver prøve bestemt 5 elementer.

Mekaniske prøvninger er foretagne i et omfang, der fremgaar af efterfølgende tabel:

Aar.	Antal anmodninger.	Naturlige og kunstige stene.			Brolægningsmaterialer.	Rør.	Diverse.
		Tryk.	«Poinçonnement».*	Bøining.			
1886	42	254	59	86	67	—	—
1887	39	129	1	16	38	84	4
1888	31	310	—	19	7	—	—
1889	22	52	55	—	23	—	16
1890	14	87	3	6	5	—	11
Total	148	832	118	127	140	84	31
Middel pr. aar.	30	166	24	25	28	17	6

Antal undersøgelser over kalk, cement og mørtel fremgaar af følgende tabel:

Aar.	Antal anmodninger.	Antal prøvninger.	Sigtningsforsøg.	Bestemmelse af specifisk vægt.	Vandtilsætning og udbytte.	Kageprøve.	Bindingsforsøg.	Prøvning af stræk og tryk.	Terninger ved sammentrykningsforsøg.	Specielle volumbestandighedsprøver.	Filtrationsforsøg.	Diverse.
1886	63	87	52	88	98	191	104	2 606	517	21	52	990
1887	76	100	83	91	91	172	110	3 728	644	3	26	1 060
1888	77	105	107	130	107	206	122	8 280	612	28	46	30
1889	56	80	78	127	82	164	89	16 964	192	62	212	14
1890	53	85	79	127	83	166	83	11 597	—	26	220	17
Total	325	457	399	563	461	899	508	43 175	1 965	140	556	2 108
Middel pr. aar	65	92	80	113	92	180	102	8 635	393	28	112	422

«*Le service des Recherches statistiques et expériences sur les matériaux de construction*» er en egen institution for sig. I 1887 blev den tilføiet skolen. Dens undersøgelser føres imidlertid særskilt (se tabellen næste side).

D. Personale.

1. Den chemiske afdeling.

1 direktør, der ogsaa bestyrer den fysisk-mekaniske afdeling.
1 chemiker.
1 *conducteur des ponts et chaussées.*
1 chemisk medhjælper.
1 laborant.

2. Den fysisk-mekaniske afdeling.

1 laboratoriechef.
1 underchef.
3 assistenter.
1 medhjælper.
1 mekaniker.
1 *conducteur principal* for stene.
1 stensagarbeider.

* For «poinçonnement» prøves cement og keramiske plader ved at lægges paa en ramme af samme størrelse. Paa pladens centrum, der altsaa ikke hviler paa noget underliggende punkt, sættes en cylinder, som fyldes med hagl eller kviksølv, indtil pladen brister.

Aar.	Antal anmodninger.	Antal prøver.	Undersøgelsesart ved naturlige og kunstige stene.				
			Specifisk vægt.	Knusning.	Stræk.	Afskjæring.	Afgnidning.
1881	8	51	223	215	—	—	8
1882	23	70	1 209	1 163	63	5	46
1883	21	81	525	491	126	78	34
1884	25	63	590	204	102	—	386
1885	28	81	1 135	749	39	1	386
1886	110	1 097	2 636	2 536	—	12	80
1887	70	1 024	2 033	2 025	—	—	4
1888	36	115	615	437	—	—	89
1889	195	555	2 002	1 866	—	—	68
1890	30	133	351	283	—	—	34
Total	546	3 270	11 319	9 969	330	96	1 135
Middel pr. aar	55	327	1 132	997	33	10	114

E. Driftsudgifter.

Personalets lønninger gaar op til omtrent fr. 33 000. Driftsomkostningerne (tilskud) beløber sig til fr. 20 000 pr. aar, iberegnet bygningens reparation, byskat etc.

§ 5. Prøveanstalten i München.

A. Mekanisk-teknisk laboratorium.

Denne anstalt, der staar i forbindelse med den kgl. tekniske høiskole, oprettedes i 1871 og er det første af de store tyske prøvelaboratorier. Den bestyredes af prof. Bauschinger indtil hans død i 1894. Anstalten har en stor sal, hvori de mekaniske prøver udføres. Desuden findes et mekanisk værksted, cementafdeling og store samlinger foruden kontor.

Af maskiner kan nævnes:

1) 100 t. Werder-maskine med tilbehør for udførelse af stræk-, tryk-, bøinings- og torsionsforsøg.
2) Bauschingers finmaalingsapparater.
3) Wöhlers maskine til gjentagende strækninger.
4) Wöhlers maskine til gjentagende bøininger.
5) Bøiningsmaskine for jernplader.
6) Maskine til prøvning af afgnidning.
7) Fuldstændige cementprøveapparater.
8) Forskjelligt værktøi til tilberedning af prøverne.
9) 1 to-hestes dampmaskine.
10) Forskjellige apparater til chemisk undersøgelse af cement etc.
11) 1 hydraulisk presse til prøvning af cylindere indtil 5 m.s længde med manometermaaling.
12) Frysemaskine.

Foruden ved denne prøveanstalt findes der desuden i München ved Eisenbahn-Centralwerkstätte en Werder-maskine.

Personalet

bestaar af bestyreren (professoren) og assistent foruden en værksmester og en mekaniker som hjælper.

Budget haves egentlig ikke særskilt for prøveanstalten, da denne er en del af høiskolen. Gjennemsnitlig udføres der undersøgelser for private til et beløb af 6000 mrk. Af disse indkomster tilfalder en del anstalten og en del bestyreren.

B. Laboratorium for theoretisk maskinlære

blev oprettet i 1876 og skal være det første mekaniske laboratorium, hvor de studerende faar anledning til at erholde praktisk undervisning i fuldstændige dampmaskinexperimenter. Laboratoriet er udstyret med 2 dampmaskiner.

C. Heizversuchsstationen

staar under ledelse af dr. H. Bunte. Denne anstalt er ikke i forbindelse med høiskolen, men med den polytekniske forening og den bayerske dampkjedel-revisions-forening.

Anstalten er en institution af stor betydning for praktiske og videnskabelige undersøgelser. Buntes apparat bestaar af en stor ovn og en specielt konstrueret dampkjedel, som tilsammen danner et storartet kalorimeter, der benyttes til undersøgelser over brændeværdien ved forskjellige brændematerialer samt de bedste fyringsmethoder. Buntes experimenter findes beskrevne i «Bayerische Industrie- und Gewerbeblatt».

§ 6. Prøveanstalter i Wien.

A. Prøveanstalten ved Gewerbemusæet.

Dens væsentligste maskiner er:

1) 1 Emery-maskine paa 70 t. Dette er den eneste maskine af denne type, der findes paa kontinentet.
2) Et lidet slagværk.
3) Traadprøvemaskine.
4) Bøiningsapparat for jernplader.
5) Forskjellige maaleapparater.
6) Forskjellige maskiner til cementprøvning.
7) 1 gasmotor.

Denne anstalt drives dels ved egen indtægt, dels ved statstilskud.

B. Prøveanstalten ved den polytekniske høiskole

er udstyret med:

1) 1 50 t.s Werder-maskine med tilbehør.
2) 1 100 t.s Werder-maskine med tilbehør.
3) 1 15 t.s strækmaskine med vægtarm.
4) Fuldstændigt udstyr til finmaalinger.

Denne anstalt staar i forbindelse med høiskolen og tjener for en væsentlig del til praktisk undervisning for de studerende.

C. Laboratorium for hydrauliske bindemidler.

Dette laboratorium er kommunalt. Der kan ogsaa undersøges for private. Aarlig udføres omtrent 200 prøvninger. Det er udstyret med:

1) 1 oljepresse (system Amsler-Laffon), 400 kg.
2) 1 større presse, 300 atm.
3) Michaëlis cementprøveapparat.
4) Apparat til tør-prøvning af cement.
5) Apparat til bestemmelse af volumbestandighed, specifisk vægt etc.

Personalet bestaar af bestyreren og en medhjælper.

D. Papirprøvningsanstalten

staar i forbindelse med høiskolen og er udstyret med de sædvanlige apparater og utensilier.

§ 7. Prøveanstalten i Buda-Pest.

Denne, der i sin nuværende form blev oprettet i 1882, staar i forbindelse med høiskolen (prof. Nagy) og har følgende apparater:

1) Werder-maskine paa 100 t. med tilbehør.
2) Trykpresse paa 100 t. til prøvning af sten.
3) Fuldstændig cementafdeling med Michaëlis apparat, hammerapparater, hydraulisk presse paa 25 t., etc.
4) Chemisk laboratorium.
5) Mekanisk værksted.
6) Fryseapparat.
7) Cementbrændeovn.
8) Flammeovn.
9) Kuglemølle.
10) Finmaalingsapparater.

I forbindelse med høiskolen, men uafhængig af den ovennævnte prøveanstalt, staar et papirprøvelaboratorium.

§ 8. Prøveanstalter i London.

A. Kirkaldys laboratorium

i Southmark er intet prøvelaboratorium i egentlig forstand. Der findes en 500 t.s maskine, system Kirkaldy, fra Greenwood & Batley. Allerede før dets aabning i 1865 havde Kirkaldy drevet en række videnskabelig-tekniske prøver med unøiagtige, mindre fuldkomne maskiner; men aaret 1865 betegner netop ved konstruktionen af den nævnte maskine en epoke i udviklingen af undersøgelser over materialers styrke.

B. Det mekaniske laboratorium ved University College.

Dette saavelsom de øvrige mekaniske laboratorier i England er noget forskjellige fra prøve-

anstalterne paa fastlandet. Medens disse sidstes opgave først er at drive videnskabelige undersøgelser og bistaa den praktiske ingeniør ved undersøgelse af hans materialer, er kurser ved de engelske *engineering-laboratories* faste dele af den regulære undervisning. Disse mekaniske laboratorier staar derfor gjerne i forbindelse med større mekaniske værksteder og er ofte udstyrede med experimental-dampmaskiner, hvor de studerende efter tur selv betjener dampkjedler og de forskjellige dele af dampmaskinen. Undersøgelse af materialernes styrke foretages af eleverne selv under professorens paasyn. Dette staar i forbindelse med det mere praktiske maade, hvorpaa de tekniske skolers undervisning i England drives. (Her maa tilføies, at ogsaa ved enkelte høiskoler paa kontinentet, som ved Charlottenburg og i Zürich, har de studerende personlig anledning til at øve sig i materialprøvning.)

University College er for materialprøvning udstyret med:

1) 1 100 t. horisontal strækmaskine (system Greenwood & Batley) med automatisk diagramapparat.
2) 1 maskine til torsionsforsøg.
3) Cementværksted.
4) 1 bøiemaskine, spænd 5 fod (eng.), kraft 4 t.
5) 1 friktionsprøve-maskine.
6) Forskjelligt værktøi til forarbeidelse af prøverne.
7) Mørkerum til fotografiske arbeider.

C. Prof. Kennedys mekaniske laboratorium

er privat. Det har en 50 t.s prøvemaskine, af eget patent, horisontalt anordnet og med kraftmaaling ved hjælp af store lodder langs en stærk vægtbjælke efter faa udvekslinger.

D. Technical College's mekaniske laboratorium
(prof. Unwin)

har:

1) 1 Wicksteeds 100 t. maskine med tilbehør.
2) 1 liden universalmaskine paa 10 t.
3) Apparater til mekanisk oljeprøvning.
4) 1 cementprøvemaskine (Kühlmann).
5) 1 traadprøvemaskine.
6) Apparat til forskjellige hydrauliske experimenter.
7) Forskjelligt værktøi.
8) Mørkerum til fotografiske arbeider.

E. Strangers mekaniske laboratorium

er privat. Undersøgelserne for det offentlige gjøres her. Det et udstyret med:

1) 1 Wicksteeds 50 t. maskine med tilbehør.
2) 1 gasmaskine paa 3 h. k.
3) Cementafdeling med strækmaskine (system Adie).

F. Kings College's mekaniske laboratorium
(prof. Millar Thomson)

har en 25 t.s horisontal maskine fra Greenwood & Batley.

G. City and Guild's Institute
(prof. Silvan Thomson)

har en Wicksteeds maskine paa 10 t. samt en traadprøvemaskine (system W. H. Bailey & Co., Albion Work, Salford).

§ 9. De mekaniske laboratorier i andre brittiske byer.

A. Owens College, Manchester
(prof. Reynold).

Dettes laboratorium er udstyret med en 100 t.s Wicksteeds maskine, der er noget forskjellig arrangeret fra de vanlige, idet vægtarmen hviler paa fire pillarer istedetfor paa én. Desuden haves et stort maaleapparat (Dr. J. Whiteworth), hvormed maalinger kan udføres med en nøiagtighed af $^1/_{20\,000}$ tomme (eng.).

B. Det mekaniske laboratorium i Leeds.

Dette findes ved *Victoria University* (prof. Goodmann).

Det har følgende udstyr:

1) 1 Wicksteeds 100 t.s maskine, hvor vægtbjælken hviler paa en saa høi pilar, at den kan undersøge prøver af 10 fods (eng.) længde.
2) 1 Wicksteeds 2 t.s maskine i forbindelse med torsionsapparat.
3) 1 friktionsprøveapparat (eget fabrikat).
4) Cementundersøgelsesapparater.
5) Apparat til at maale trykket ved explosion af blandinger af lysgas og luft, med indikator.
6) 1 traadprøveapparat for længder indtil 55 fod (eng.) med autografisk registreringsapparat.

7) Diverse værktøi.
8) Mørkerum for fotografiske arbeider.

C. Det mekaniske laboratorium ved Durham College of Science — Newcastle —

har en Wicksteds 100 t. maskine.

D. Det mekaniske laboratorium ved Edinburgh University

har en Wicksteeds 100 t.s maskine med tilbehør samt torsionsprøveapparat og helt cementværksted.

E. Det mekaniske laboratorium ved Wath College — Edinburgh —

er udstyret med:
1) 1 horisontal strækmaskine paa 50 t.
2) 1 oljeprøvemaskine.
3) Forskjellige maaleapparater.

§ 10. Cementprøveanstalten i Kjøbenhavn.

Denne anstalt, der staar i forbindelse med den polytekniske høiskole, er udviklet lidt efter lidt, og i virkeligheden er der endnu ingen fast ordning. For tiden gjøres der forberedelser i anledning oprettelse af prøveanstalt ogsaa for andre bygningsmaterialer. Saadan anstalt findes for tiden ikke i Kjøbenhavn, ihvorvel jernbanerne og enkelte værksteder har strækmaskiner. Cementprøveanstalten, der er oprettet i 1890, drev undersøgelser udelukkende for staten. Siden 1894 udføres der ogsaa undersøgelser for private. Anstalten, der har lokale i høiskolens kjælder, har en bestyrer (cand. polyt. Nielsen) og en assistent. Man regner driftsomkostninger pr. aar til kr. 600,00 + gage for bestyrer og assistent tilsammen kr. 3 000,00.

Anstalten er udstyret med følgende apparater:
1) 1 stor hydraulisk presse paa 120 t. fra Brinck & Hübner; drives for haanden af to mand. Den er forsynet med tre manometre, hvoraf det ene tjener som kontrol, de to andre er af forskjellig inddeling, det ene for smaa tryk, det andet for store.
2) 1 oljepresse (system Amsler-Laffon).
3) Vicats naaleapparat.
4) Hammerapparater.
5) Erdmengers konverter.
6) Diverse former for stræk- og trykprøvelegemer.
7) Diverse cementerede rum til opbevaring af prøvelegemerne.
8) Michaëlis apparat.
9) Apparat til bestemmelse af volumvægt.

Desuden har orlogsværftet en gammel Maillards maskine, jernbaneværkstederne i Aarhus en 50 t. Grafenstadens maskine, armeens laboratorium i Kjøbenhavn en Mohr-Federhaff og den kgl. geværfabrik en Grafenstadens maskine, begge paa 50 t.

Cement kan desuden prøves ved prof. Steins private cementprøvebureau.

§ 11. Prøveanstalten for bygningsmaterialer i Gøteborg.

Ved beslutning af 3dje september 1885 blev det bestemt, at der af det Renströmske uddelingsfond skulde bevilges kr. 35 000,00 til oprettelse af en materialprøveanstalt i forbindelse med Chalmerske tekniske læreanstalt. Styrelsen tænkte sig denne sum saaledes fordelt: Til en forsøgsmaskine kr. 18 000,00, til nybygning i forbindelse med den tekniske skoles værksted kr. 12 000,00 og til indredning og nødvendige biinstrumenter kr. 5 000,00. Efterat forskjellige anbud paa strækmaskine var indkomne, viste det sig vanskeligt at kunne bestemme dennes art, hvorfor man paa offentlig bekostning udsendte en af skolens lærere, maskiningeniør F. W. H. Pegelow, for i udlandet at studere de forskjellige typer. Efter hjemkomsten afleveredes indberetning, hvortil autoriteterne sluttede sig. Resultatet var, at der anskaffedes:
1) Wicksteeds 100 t. maskine med anordning for stræk-, tryk- og bøiningsforsøg.
2) Hertil hørende indspændingshoveder for runde prøvestave.
3) Bauschingers speilapparat.
4) Maskine til prøvning af metaltraad.
5) Maskine til bøining af pladejern (de to sidste fra Mohr-Federhaff, Mannheim).
6) Fuldstændigt sæt cementprøvningsapparater (fra Usteri-Reinacher, Zürich).
7) 2 hammerapparater for cementprøvelegemerne.

Senere er tilkommet:
8) Gasmotor paa 2 h. k.
9) Høvel.
10) Dreierbænk.
11) Cirkelsag.
12) Afgnidningsapparat.

Disse apparater er installerede i en til værkstedet opført tilbygning, af længde 50 fod, bredde

34 og høide 18. Lokalerne udgjøres væsentlig af et stort rum med indbygning for kontor (10 fod i firkant) og materialrum (10 × 17 fod). Hovedrummet har saaledes et gulvareal af nære 1300 kv.-fod og en største længde af 50 fod, hvad der er fuldt tilstrækkeligt. Foruden prøvning af bygnings- og konstruktionsmaterialer findes ogsaa papirprøvemaskine. Desuden udføres blaa-kopieringer og kontrol af Gøteborgs lysgas.

Anlægsomkostningerne

stiller sig efter de sidste udvidelser saaledes:

Varmeledning	kr.	1 000,00
Rørarbeider	»	278,34
Akselledninger	»	700,86
Universalmaskinen	»	17 658,39
Afskjæringsapparat for niter	»	204,29
Knusningsapparat for rør	»	15,00
Afskjæringsapparat for træprøver	»	120,00
Ruller for bøiningsprøver	»	121,15
Pladebøiemaskine	»	490,16
Traadafslitningsmaskine	»	414,20
Gasmotor paa 1 h k.	«	1 255,54
Høvelmaskine	»	835,00
Dreierbænk	»	995,00
Michaëlis cementprøvemaskine med tilbehør	»	260,12
Afgnidningsapparat	»	225,00
Stensag	»	150,00
Speilapparat, Martens	»	312,17
Do. Bauschingers	»	232,29
Kalibermaal for 500 m/m.	»	91,00
Mikrometerapparat	»	255,00
Speilapparat for betonprøvning	»	40,00
Wendler papirprøvemaskine	»	349,91
Vandmotor til do.	»	90,16
Askebestemmelsesapparat	»	67,50
2 hygrometre	»	64,80
Papirskjæremaskine	»	51,37
2 cementhammerapparater	»	475,56
5 volumenometre	»	45,59
Sigteapparater for cement	»	107,90
Vicats naaleapparat, 2 stk.	»	66,36
24 former for cement	»	210,10
12 ebonitdaaser	»	56,16
Tørreskab	»	16,00
Apparat til prøvning af cements gjennemtrængelighed for vand	»	77,00
Cementopbevaringsskab	»	73,00
1 vægt	»	67,00
Diamantstaal til stenhøvel	»	105,83
1 10 kg.s vægt	»	68,60
Tørreskab, stort	»	114,88
Do. mindre	»	50,00
Gasledning for gasundersøgelse	kr.	67,12
Fryseapparat	»	40,00
Diverse indredning, remmer etc.	»	604,54

Desuden er bestilt en strækmaskine fra Amsler-Laffon og mikroskop, ligesom det er meningen at anskaffe en Amsler-Laffons cementpresse.

Lægges hertil bygningsarbeider kr. 11 384,50 og grundarbeider kr. 846,82, sees den samlede anstalt at koste ca. kr. 40 000,00.

Personalet bestaar af bestyrer, assistent og en mekanisk arbeider.

Driftsbudget. Anstalten underholder sig selv. I gager til de tre funktionærer betales ca. kr. 4 500,00.

Udførte undersøgelser. Efter 6 aars virksomhed er der nu udført ca. 15 000 enkelte prøvninger, heri ikke medregnet cementprøvninger.

§ 12. Andre prøveanstalter.

De efterfølgende prøveanstalter, som jeg selv ikke har besøgt, har jeg faaet oplysninger om ved korrespondance for de to førstes vedkommende, for de øvriges tildels fra Kennedy: *On engineering laboratories*, 1887.

Stockholm. Jernkontoret har en prøveanstalt paa Liljeholmen (bestyrer ingeniør Dellwik). Den blev oprettet i 1876 og har en 100 t.s Werdermaskine

Desuden haves apparater til prøvning af cement. Prøvninger betales her med kr. 15,00 for hver time, prøvemaskinen benyttes. (Medeiere af jernkontoret betaler kun kr. 10,00.)

Helsingfors. Ved det derværende polytekniske institut findes en materialprøveanstalt, der er forsynet med:

1) Mohr & Federhaffs 50 t.s maskine med registreringsapparat og speilapparat.
2) Maskine til bøining af pladejern.
3) Hydraulisk presse paa 120 t., system Brink & Hübner.
4) Michaëlis cementprøveapparat.
5) 2 hammerapparater.
6) Tetmajers ryste- og sigteapparat.
7) Tetmajers tørreskab.
8) Bauschingers prøveapparat paa volumbestandighed.

9) Vicats naaleapparat.
10) Schumanns volumenometer.
11) Vægte, former, glasskiver etc.

Anstaltens apparater og indredning har kostet 20 000 finske mark (= francs). Den blev oprettet 1892.

Anstalten bestyres af to personer: afdelingen for metalprøvning af læreren i maskinbygning, cementafdelingen af læreren i kemisk teknologi.

I forbindelse med det polytekniske institut er der desuden siden 1889 igang en papirprøveanstalt.

Anstaltens afdelingsbestyrere har en indtægt af 75 pct. af de indkomne undersøgelsesgebyrer og en liden fast aflønning.

Birmingham. *Mason Science College* har en experimental dampmaskine og kjedel med apparater til at foretage fuldstændige kalorimetriske prøver; desuden findes en friktionsprøvemaskine og en maskine til prøvning af fjædre.

Bristol. *University College* har bl. a. en 40 t.s Wicksteed-maskine.

Liège. *Ecole des Mines* har en experimental dampmaskine og kjedel.

Chemnitz. Prøveanstalten har en 60 t.s horisontal prøvemaskine, der ligner Werders, men har skrue istedetfor hydraulisk stempel.

Stuttgart. Materialprøveanstalten ved den tekniske høiskole aabnedes i 1884; den har følgende apparater: Werder-maskine paa 60 t. med skrue, hydraulisk presse paa 150 t., afgnidningsmaskine og cementprøveapparater samt maaleapparater og værktøi foruden dampmaskine.

Dresden har papirprøvelaboratorium.

Hannover har et mekanisk laboratorium med forskjellige apparater til maaling af friktion samt diverse apparater til undersøgelse af materialers styrke. Desuden haves prøvelaboratorium for papir og textilindustri.

Prag. Ved den tyske tekniske høiskole haves et mek.-tekn. laboratorium, der er udstyret med en Gollners maskine paa 20 t. i forbindelse med apparater til at maale metaltraad samt en 70 t.s hydraulisk presse.

St. Petersburg har et mekanisk laboratorium i veibygnings-institutet. Det er udstyret med:

Werder-maskine paa 100 t. med Bauschingers finmaalingsapparater, cementprøveapparater, hydraulisk presse og torsionsprøvemaskine.

Hoboken, New Yersey, U. S., har et mek. laboratorium ved *Stewens Institute*, der er udstyret med:

Riehles 20 t.s prøvemaskine, cementprøveapparater, torsionsmaskine, Fairbanks bøiemaskine etc.

Boston. Ved *Massachusetts Institute of Technology* findes et rigt udstyret mekanisk laboratorium, der til materialprøvning bl. a. har følgende maskiner:

Olsens prøvemaskine paa 25 t., bøiemaskine paa 25 t., cementprøveapparater etc.

Ithaca, N. Y. *Silbey College* har Riehles 20 t.s maskine.

Minneapolis. *The University of Minnesota* har Olsens 25 t.s maskine og cementprøveapparater.

Worcester, Mass., har en 25 t.s Fairbanks maskine.

Cambridge, Mass., har en 30 t.s Riehles maskine.

St. Louis har en Riehles 100 t.s maskine.

New York. *The College* har en 25 t.s Fairbanks maskine.

Desuden har universitetet i Georgia, Vanderbiltuniversitetet (Nashville), *The Mechanical College*, Ohio Riehles prøvemaskine paa 20 t., medens *The Rose Polytechnical Institute of Technology* (Terre Haute, Ind.) og Illinois's universitet har 50 t.s maskiner og Californias universitet (Berkley) en 25 t.s maskine.

Sidneys universitet, Australien, har et *engineering laboratory*, udstyret med en Greenwoods 50 t.s maskine.

SYVENDE KAPITEL.

OM FORHOLDENE i NORGE PAA MATERIALPRØVNINGENS OMRAADE

MED OVERSLAG TIL UDSTYR VED EN EVENTUEL NORSK MATERIALPRØVEANSTALT.

Det har i længere tid været følt som et savn, at man ikke i Norge har havt anledning til raskt og nøiagtig at faa udført undersøgelser over de i tekniken anvendte materialers mekaniske egenskaber. I denne anledning sees veidirektør KRAG i en skrivelse af 22de juni 1891 til departementet for de offentlige arbeider at have fremsendt en forestilling fra kontorchef FENGER-KROG af 22de mai s. a. om ønskeligheden af, at der her i landet søges oprettet en eller flere prøvestationer for cement og andre bygningsmaterialer, og at der som en foreløbig foranstaltning gives en til bestyrelsen af en saadan anstalt skikket mand stipendium for i udlandet at erhverve nærmere oplysninger om de derværende anstalters tekniske og økonomiske ordning. Det kgl. departement for de offentlige arbeider sees endvidere i skrivelse af 15de oktober 1891 at have udbedt sig ingeniørkommissionens udtalelse om disse skrivelser, idet departementet samtidig anmodede d'hrr. oberst, felttøimester HEIBERG, direktør for marinens mekaniske værksted A. NIELSEN, kontorchef FENGER-KROG, direktør for Chr.a tekniske skole A. SINDING og direktør for Akers mekaniske værksted G. SWENSEN om at tiltræde ingeniørkommissionen ved denne sags behandling. Den saaledes forstærkede kommission har i skrivelse af 23de juni 1892 bl. a. udtalt følgende:

«Saavel for armeen — ved hovedarsenalets værksteder paa Akershus — som for marinen — ved det mekaniske værksted paa Carljohansværn — har man som bekjendt forlængst været nødsaget til for sit eget behov at indrette prøvestationer af heromhandlede art, navnlig for jern og staal, kjættinger og tougværk, ligesom der i forbindelse med den tekniske skole i Christiania er oprettet et offentligt bureau for prøvning af sand og cement, ved hvilke forføininger der er aabnet adgang til i en vis udstrækning ogsaa at tilfredsstille behovet i den private byggevirksomhed.

Ved hovedarsenalets værksteder paa Akershus haves saaledes en strækprøvemaskine med tilhørende apparater:

1	for strækning af	rektangulære	prøvestykker.
3	» —	» runde	
1	» stukning	» runde	
1	» bøining	» 1 m. lange	

Siden 1881 har arsenalværkstedet udenfor eget behov udført 56 prøver for herværende mekaniske værksteder, Norsk Veritas, statsbanerne, hovedbanen, statens og Christiania veivæsen m. fl.

Ved marinens mekaniske værksted paa Carljohansværn haves to prøvemaskiner, o:

1) En kjættingprøvemaskine, indkjøbt formentlig i begyndelsen af femtiaarene fra Fritzø jernværk, hvor den havde været benyttet i nogle aar. Den er anbragt i en egen bygning, ca. 42 m. lang og 5,5 m. bred. Maskinen, hvis største prøvebelastning er 90 000 kg., er tungvindt at benytte, da belastningen skaffes tilveie ved anvendelse af folkekraft i et haandspil med stort udvekslingsforhold. Vægtballancen, der angiver belastningens størrelse, er mindre hensigtsmæssig konstrueret. — Af kjættinger prøvedes tidligere mange, for det meste nye, forfærdigede ved Catrineholms jernværk pr. Fredrikshald. I den senere tid forefalder prøvning af kjættinger sjeldnere, og det er væsentlig ældre kjættinger, som har været reparerede, der forlanges prøvede. Prøvning af tougværk, specielt hvalliner, forefalder af og til; ligeledes af brobolte for statsbanerne.
2) En mindre hydraulisk maskine til undersøgelse af materialers styrke mod strækning. Den er

forarbeidet 1871 ved marinens værksted efter en fra Armstrong & Co.s kanonfabrik udlaant tegning. Største prøvebelastning er ca. 25 000 kg. Prøveresultaterne er usikre, da belastningen udregnes efter et paa maskinens hydrauliske presse anbragt manometers visende og ikke som ved nyere prøvemaskiner bestemmes ved hjælp af en vægtbalance. Maskinen benyttes ikke ofte, gjennemsnitlig neppe mere end to à tre gange maanedlig. De fleste prøver udføres for Norsk Veritas og statsbanerne og omfatter undersøgelser af staal- og jernplader samt klinknaglers styrke mod afslitning.

Ved den tekniske skole i Christiania haves der:

1) Et offentligt bureau, som før nævnt, for prøvning af sand og cement, oprettet 1881. Udgifterne til apparater ca. kr. 400,00; bestyres af overlærer Doxrud. I de sidste 10 aar er der udført 165 undersøgelser af cement og 5 af mursand, aldeles overveiende for privat regning af leverandørerne, da disse maa skaffe attest fra bureauet ved leverance til offentlige anlæg.
2) En hydraulisk presse til knusningsforsøg. Pris ca. kr. 600,00 færdig opsat. Kraft 40 000 kg.
3) En liden maskine for bøiningsforsøg, kun til forsøg i det smaa; spænd ca. 50 c/m., tryk ca. 2 000 kg.
4) En slagmaskine, ogsaa kun til forsøg i det smaa; lod ca. 20 kg., faldhøide 0,8 m.

Ved jernbanens værksted i Trondhjem haves en prøvemaskine for stræk. Denne kan øve en strækkraft af indtil 45 000 kg. Dertil kommer i Christiania de private prøveanstalter, Doxruds og Schmelcks «Chemiske bureauer».

Industriens stadige udvikling tilfredsstilles imidlertid ikke ved disse prøveanstalter i deres nuværende tilstand, ligesaalidt som den offentlige og private byggevirksomhed landet rundt. Deres maskiner er dels utilstrækkelige, dels uhensigtsmæssige (forældede) og ikke af den fornødne kraft, ligesom anstalterne overhovedet arbeider uregelmæssig og uden organisk forbindelse under statens kontrol.

Kommissionen antager derfor, at noget i den nærmeste fremtid bør foretages til forbedring af dette forhold, og at dette bør ske som en ordning fra statens side og ikke være henvist til privates foretagender. Dermed vil den mest sikre og upartiske kontrol kunne opnaaes.»

Videre sees ingeniørkommissionen at tænke sig muligheden af, at en selvstændig og fuldstændig prøveanstalt efter udenlandsk mønster ikke vilde faa tilstrækkeligt arbeide for en særegen bestyrelse, og antyder den udvei, at undersøgelserne fordeles mellem den tekniske skole og de militære værksteder.

Efter at have gjort mig bekjendt med forholdene ved prøveanstalterne ved arsenalet paa Akershus og ved Carljohansværns mekaniske værksted samt ved cementbureauet ved den tekniske skole tør jeg udtale min fulde tilslutning til ingeniørkommissionens bemærkninger om utilstrækkeligheden og ufulkommenheden af de midler, der hos os findes for materialprøvninger.

Ingeniørkommissionen vover dog ikke at foreslaa oprettelse af en moderne prøveanstalt, men tilraader, at man udsender en dertil skikket mand for i udlandet at studere prøveanstalters økonomiske og tekniske anordning. — Allerede paa forhaand maa det synes mindre heldigt, at man istedetfor én fuldstændig anstalt har en række ufuldstændige. Ikke destomindre sees det, at man, forinden oplysninger fra en stipendiat forelaa, yderligere har gaaet i samme retning, idet Kongsberg vaabenfabrik har anskaffet en Mohr-Federhaffs prøvemaskine, og det sees endvidere, at jernbanernes mekaniske værksted i Christiania for tiden har under overveielse, hvilken maskine man bør anskaffe for det af storthinget dette aar bevilgede beløb. Paa denne maade faar man dele af to nye prøveanstalter til de før omtalte fire ufuldstændige. Dertil kommer ogsaa Schmelcks prøvebureau for papir og dele af en elektrisk prøveanstalt, som man har fundet paakrævet at oprette ved Chra. telefonselskab.

Prøvning af de i tekniken almindeligst anvendte metaller, som man under udlandets større forhold gjennemgaaende har forsøgt at samle under ét, er altsaa hos os — under vore forholdvis smaa forholde — spredt paa ikke mindre end otte forskjellige steder i vort land, og dog maa det erkjendes, at væsentlige materialprøvninger alligevel ikke kan udføres paa grund af manglende apparater og maskiner. Vort land indtager sammen med Danmark i denne henseende en særstilling. Paa den nu sidst afholdte kongres for materialprøvning i Zürich, hvor jeg med stipendium deltog, var de norske og danske deltagere udsendinge fra lande, som ikke har nogen anstalt for materialprøvning. (Danmark har dog den omtalte særdeles godt udstyrede cementprøveanstalt og faar formentlig i den nærmeste fremtid en fuldstændig materialprøveanstalt, da dette spørgsmaal i Danmark for tiden er under overveielse og studeres af en dertil specielt udsendt mand.)

Under disse forhold, og da behovet for materialprøvninger stadig vokser og desuden bør opmuntres, anser jeg den nuværende tilstand hos os for uholdbar. Det eneste, der kan stille os paa høide med udlandet i denne henseende, er oprettelsen af en saavidt fuldstændig mekanisk-teknisk prøveanstalt. Denne vil blandt andre opgaver have at støtte udviklingen af de industrigrene, der vedrører bygningsmaterialer. Om dets fuldstændige udnyttelse vil der neppe kunne tvivles, hvis det kombineres med en chemisk-teknisk forsøgsanstalt, om hvilken der fra flere hold er fremført ønskeligheden af. En saadan kombination vil have flere fordele, idet den for en mekanisk-teknisk forsøgsanstalt nødvendige chemiske bistand saaledes vil kunne erholdes. Et chemisk-analytisk laboratorium vil derved kunne kombineres med det analytiske laboratorium, som en saadan chemisk-teknisk anstalt eller industrilaboratorium vil blive nødt til at anlægge. Besparelser i anlægskapital, i faste lønninger, i personale, i laboratorieudgifter, i lokale og administration vil saaledes opnaaes samtidig med, at samvirken mellem to saadanne laboratorier vil kunne virke befrugtende paa begge. Flere industrigrene findes desuden, som dels tilhører den mekanisk-, dels den chemisk-tekniske videnskab. Af saadanne kan nævnes cementindustrien, kalk- og lervareindustrien, papirfabrikationen o. s. v. En del af de undersøgelser, der foretages i cementindustrien, som f. ex. raamaterialers undersøgelse, brændinger og chemiske analyser af raastoffe og færdigt produkt, tilhører et chemisk-teknisk laboratorium, medens de ligesaa vigtige undersøgelser over stræk og trykfasthed, volumbestandighed o. s. v. tilhører et mekanisk-teknisk laboratorium. Det sees da ogsaa, at de fuldstændige prøveanstalter i Zürich, Berlin, Paris o. s. v. har fuldt udstyrede chemiske laboratorier med egne chemikere. Naar der imidlertid hos os for tiden er alvorlig paa tale at søge oprettet et chemisk-teknisk laboratorium med opgaver gaaende ud paa specielt at støtte og fremme opbjælp af chemisk industri, saa synes det at være den heldigste og billigste ordning, at disse to anstalter kombineres, dog saaledes, at man ved valg af personale sikrer sig mod, at deres arbeider bliver ensidige, være sig i chemisk eller mekanisk retning. For en saadan kombination har desuden fællesmødet af ingeniør- og arkitektforeningen samt den polytekniske forening enstemmig udtalt sig, og ligesaa haandværks- og industriforeningen. (Kfr. nærmere om det chemisk-tekniske laboratorium og de nævnte udtalelser i indberetningens 1ste del.)

Af maskiner, der tiltrænges, skal nævnes de vigtigste:

I. Ved stenprøvning.

1)	Vægt for 100 gr., følsomhed 0,1 mgr. med anordning til hydrostatisk bestemmelse af specifisk vægt	kr.	250,00
2)	Apparat til bestemmelse af specifisk vægt (Erdmenger)	»	25,00
3)	Erdmengers volumenometer . .	»	15,00
4)	Mohrs haardhedsskala	»	10,00
5)	Mikroskop	»	200,00
6)	Blikkar til vandoptagningsprøver	»	20,00
7)	12 glaskar med paasleben plade til bestemmelse af veirbestandighed	»	30,00
8)	Fryseapparat	»	100,00
9)	Maskine til bestemmelse af afgnidning	»	600,00
10)	1 presse paa 150 t. med bøieapparater	«	4 000,00
		Kr.	5 250,00

II. Ved hydrauliske bindemidler.

1)	Komplet udstyr til cementundersøgelse, bestemmelse af rumvægt, glødetab, specifisk vægt, bindeforhold, volumbestandighed, malingsfinhed o. s. v. . .	kr.	1 100,00
2)	2 rammeappater		
3)	Afslitningsapparat (system Michaëli-Frühling)		
4)	Trykmaskine paa 30 t. . . .	»	1 100,00
5)	Lufttæt vandkasse	»	100,00
		Kr.	2 300,00

III. Ved træ.

Apparat til tørringsforsøg (system Vict. Meyer) ca. . . . . kr. 200,00

(De øvrige før nævnte apparater vil kunne benyttes ved undersøgelserne.)

IV. Ved metaller.

1)	Universalprøvemaskine. . . . for stræk og bøieprøver med automatisk diagramapparat.	kr.	5 000,00
2)	Koldbøiningsapparat for metaller	»	1 400,00
3)	Glødeovn, ambolt og hammer .	»	500,00
4)	Pumpe til drift af maskinerne I 10 og IV 1 og 2	»	1 200,00
		Kr.	8 100,00

Indredning og transmission. . . . kr. 1 500,00

Hertil kommer desuden en del andre maskiner og apparater, der imidlertid ogsaa maa forefindes ved et chemisk-teknisk laboratorium:

1)	Dreierbænk	kr. 1 000,00
2)	Høvel	» 300,00
3)	Dampmaskine (eller gasmotor) .	» 600,00
4)	Smede- og snedkerinventar . .	» 500,00
5)	Dampkjedel	» 1 000,00
	(Denne vil kunne undværes, om man foretrækker gasmotor.)	
		Kr. 3 400,00

V. Papirafdelingen

vil, om den kombineres med et teknisk-chemisk laboratorium, ikke blive kostbarere end ca. kr. 500,00, der vil medgaa til anskaffelse af en Wenders prøvemaskine med saks og enkelte utensilier. Det øvrige udstyr, som mikroskop, chemikalier, askebestemmelsesapparater, vægte etc., vil forefindes ved det chemisk-tekniske laboratoriums analytiske afdeling. Skal en papirprøveanstalt oprettes uden at sættes i forbindelse med dette, vil det neppe kunne gjøres med en mindre udgift end kr. 1 500,00.

VI. Smørematerialers

undersøgelse, der for en væsentlig del er chemisk, vil uden yderligere anlægsudgifter kunne udføres ved det chemisk-tekniske laboratorium. Skal en afdeling særskilt oprettes uden forbindelse med dette, vil det antagelig koste ca. kr. 500,00. Heri er ikke medregnet maskiner til mekaniske prøvninger af smørematerialer.

VII. Et analytisk-chemisk labaratorium

maa en materialprøveanstalt være udstyret med, forat man til enhver tid kan analysere prøverne chemisk. Dette gjælder særlig jern og staal, hydrauliske bindemidler, smørematerialer, farver og lysoljer, brændmaterialer o. s. v. Et saadant analytisk laboratorium bliver overflødigt, om materialprøveanstalten kombineres med et chemisk-teknisk laboratorium som antydet. Uden en saadan kombination vil neppe et nogenlunde vel udstyret analytisk-chemisk laboratorium kunne indredes for mindre end kr. 5 000,00, idet en række apparater til fysisk-chemisk undersøgelse tildels er meget kostbare. I dette tilfælde vil dog de for smørematerialers og papirprøvers undersøgelse opførte kr. 2 000,00 kunne reduceres til kr. 500,00.

Alt i alt fordrer saaledes et selvstændigt mekanisk-teknisk laboratorium (materialprøveanstalt), naar det ikke kombineres med et chemisk-teknisk laboratorium, en anlægskapital for de nødvendige maskiner af ca. kr. 20 000,00. Ved en kombination som den antydede, hvor en række af de almindelige maskiner og apparater maa forefindes ved et chemisk-teknisk laboratorium, vil der kunne spares over 30 pct.

Driftsudgifterne, særlig vedrørende lønninger af personale og chemisk assistance, vil blive betydelig større, om en saadan anstalt er isoleret, samtidig med at dens personale da neppe vil helt udnyttes, da prøvninger i den første tid formentlig ikke vil blive udførte i stor nok skala hertil. (Om anlægssum og driftsbudget for en samlet teknisk forsøgsanstalt — se indberetningens 1ste del.)

Thorvald Jensen & Søn fotolit.

Den private Opmaalings lith. Anstalt, Kristiania.

Fig. 1.

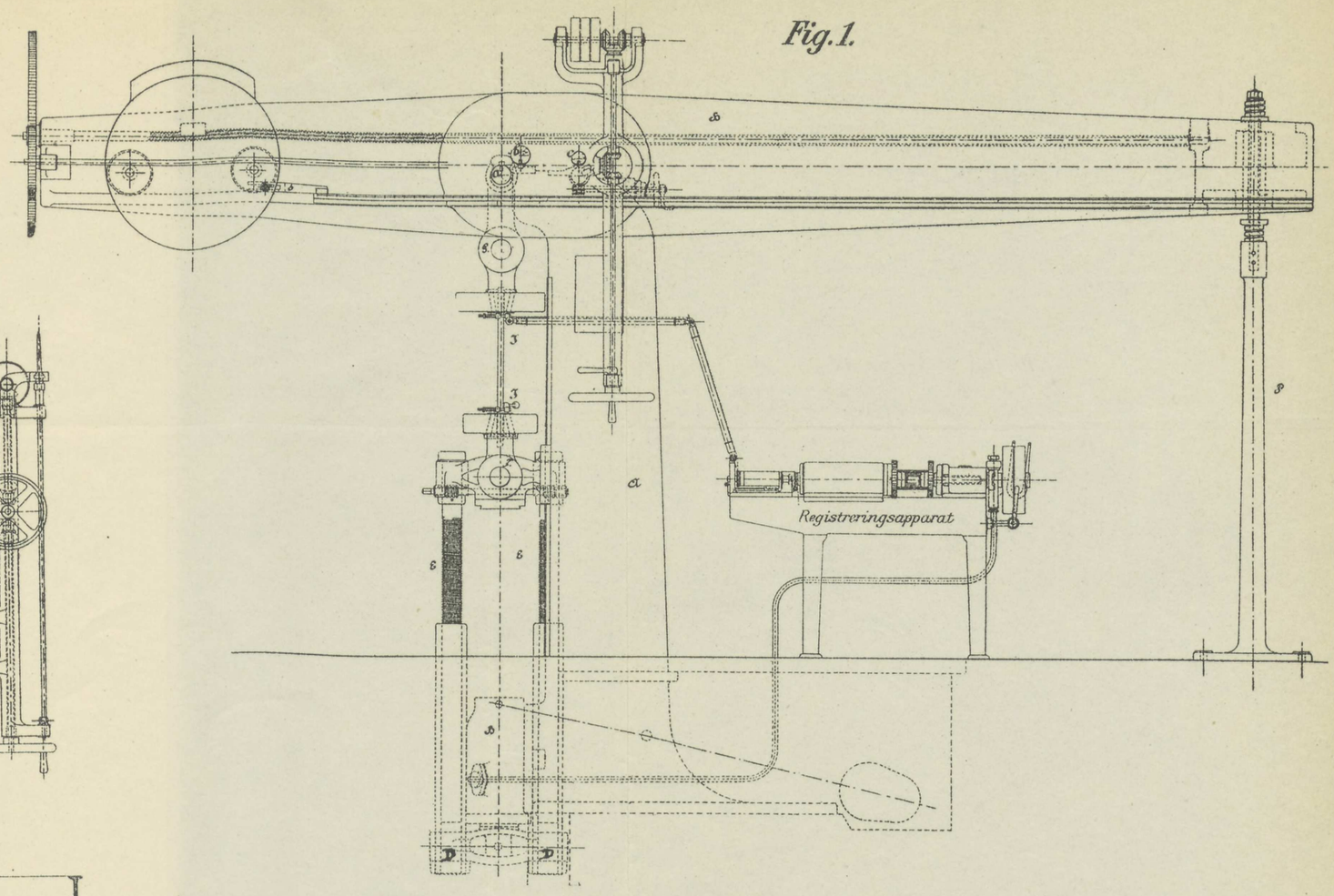


Fig. 2.

Fig. 3.

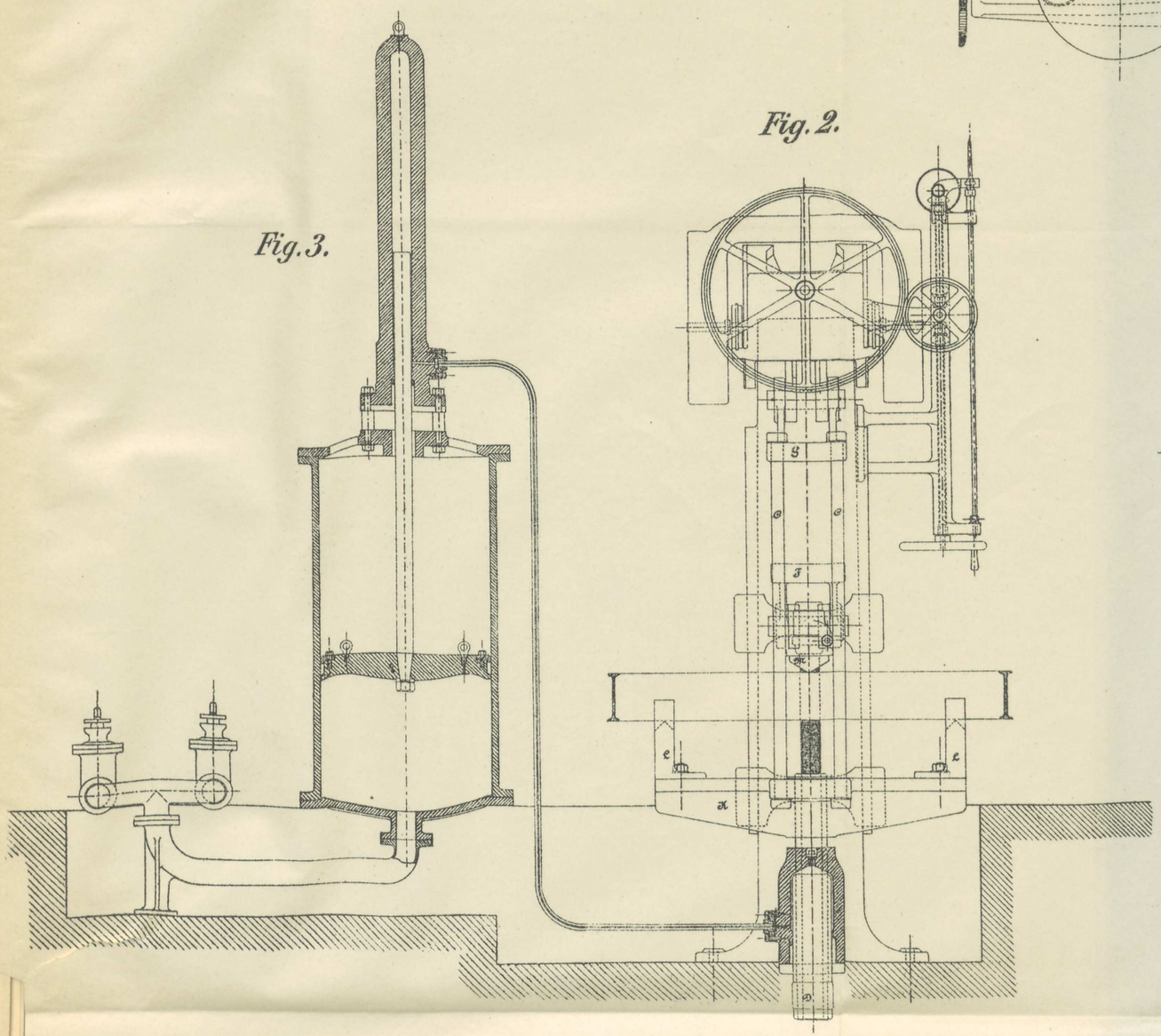


Fig. 11.

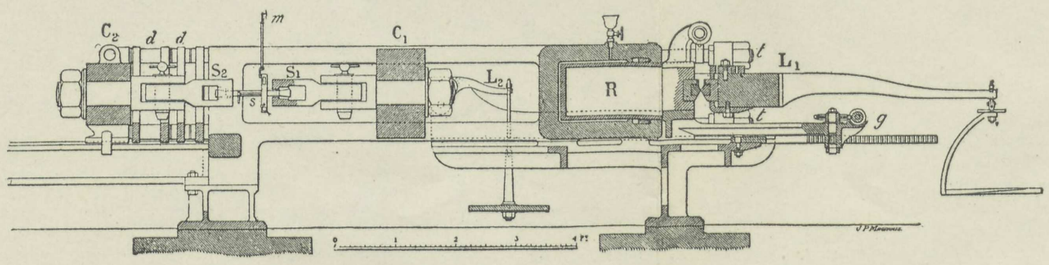


Fig. 10.

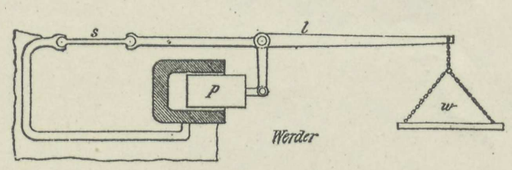
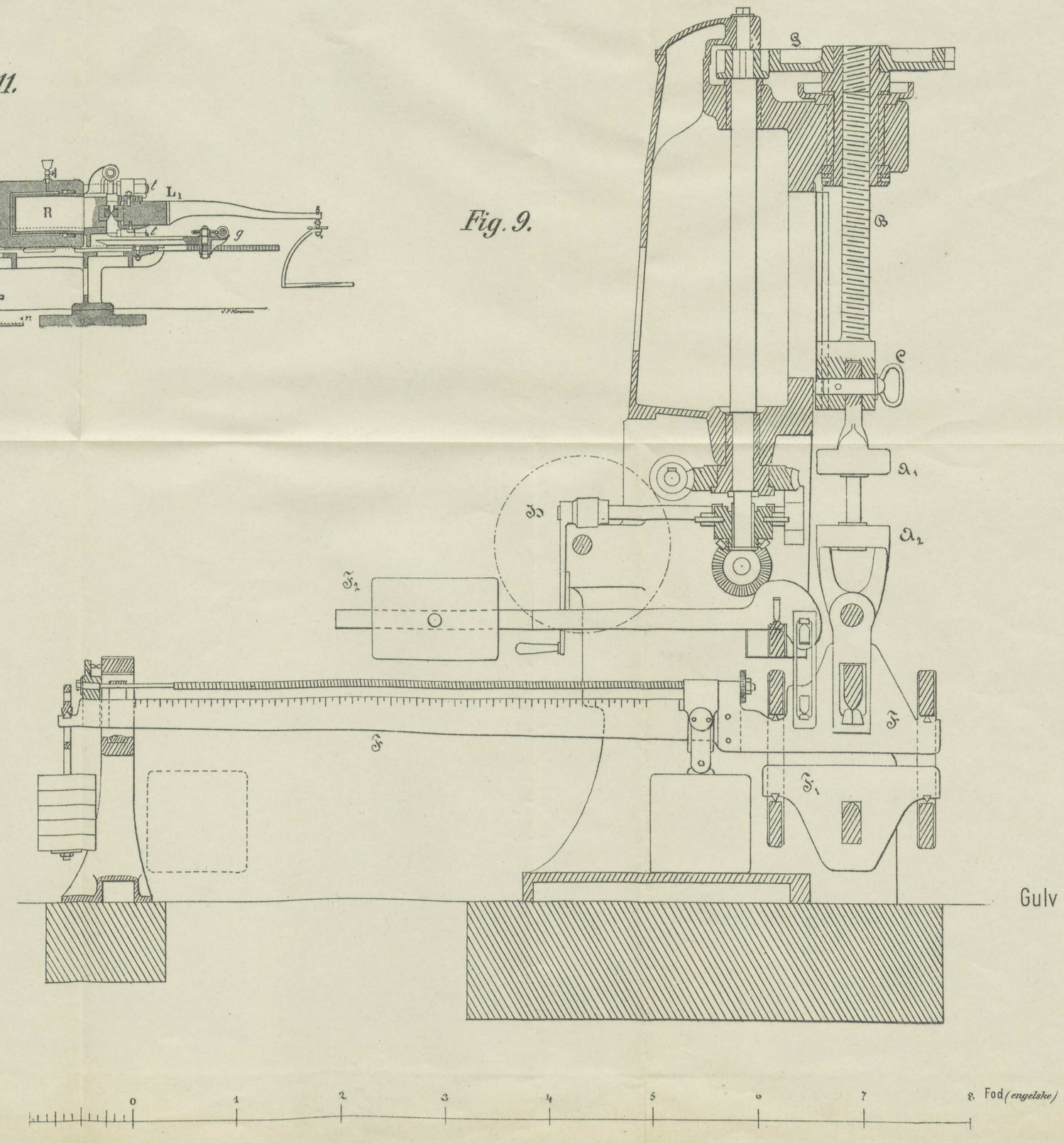


Fig. 9.



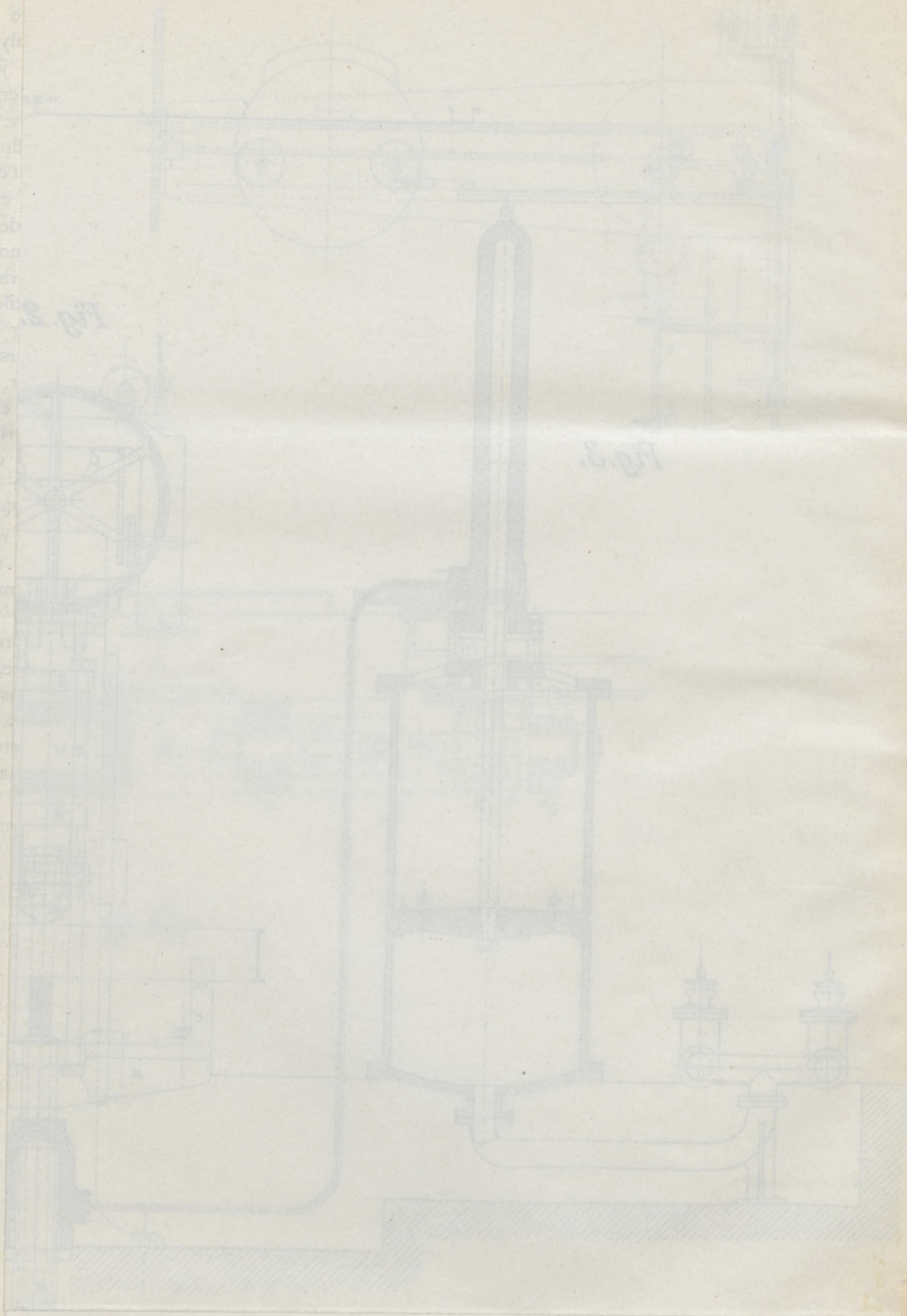


Fig. 5.

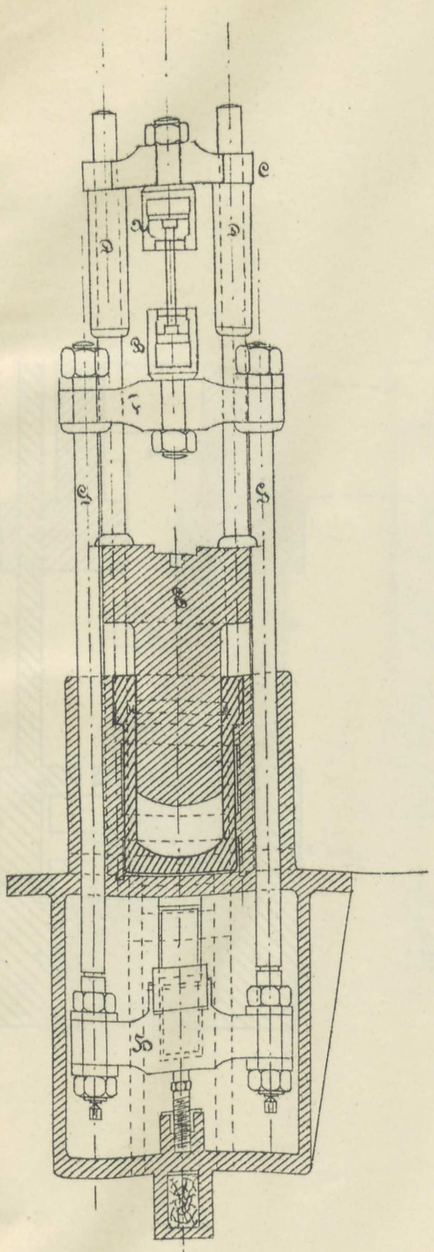
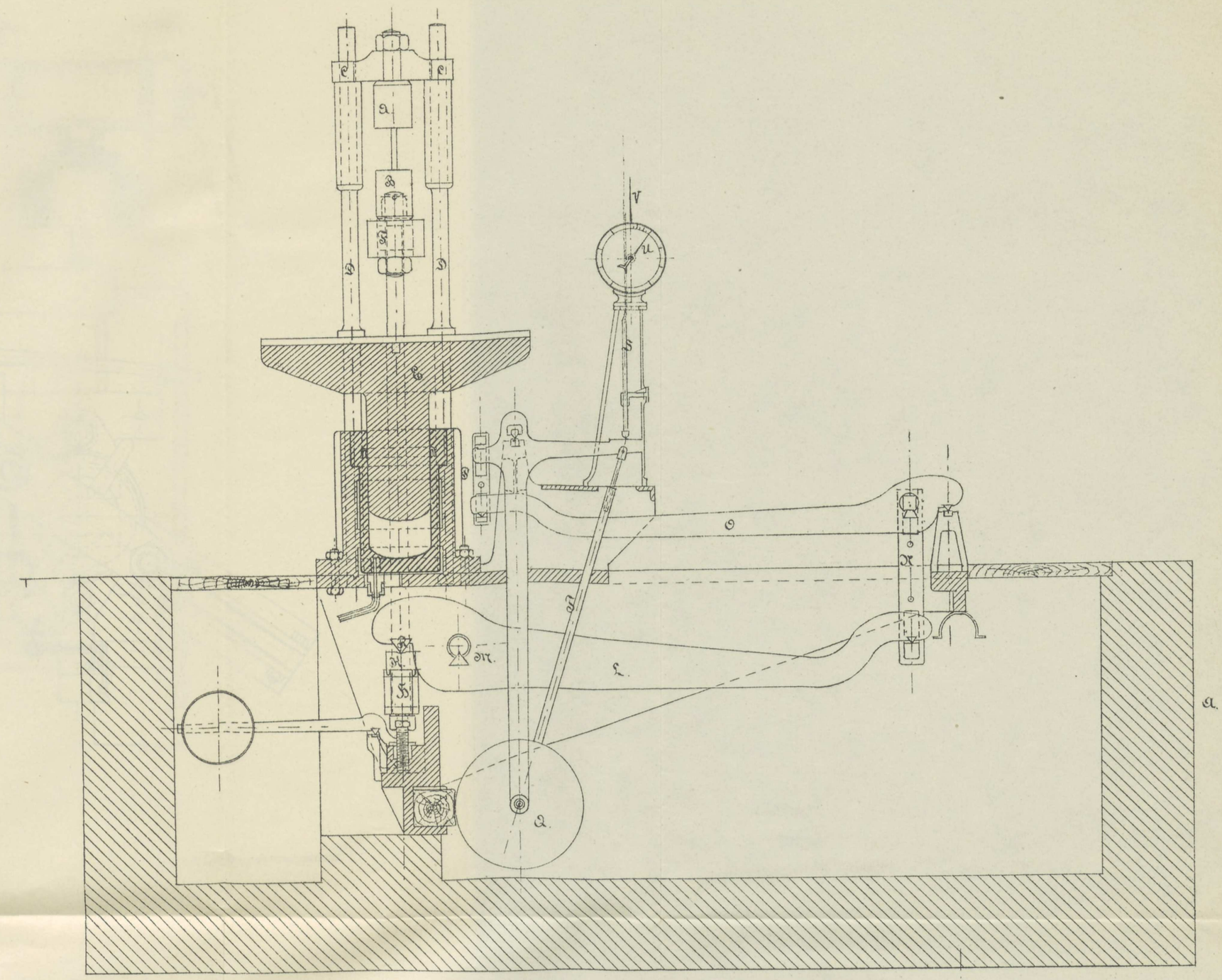
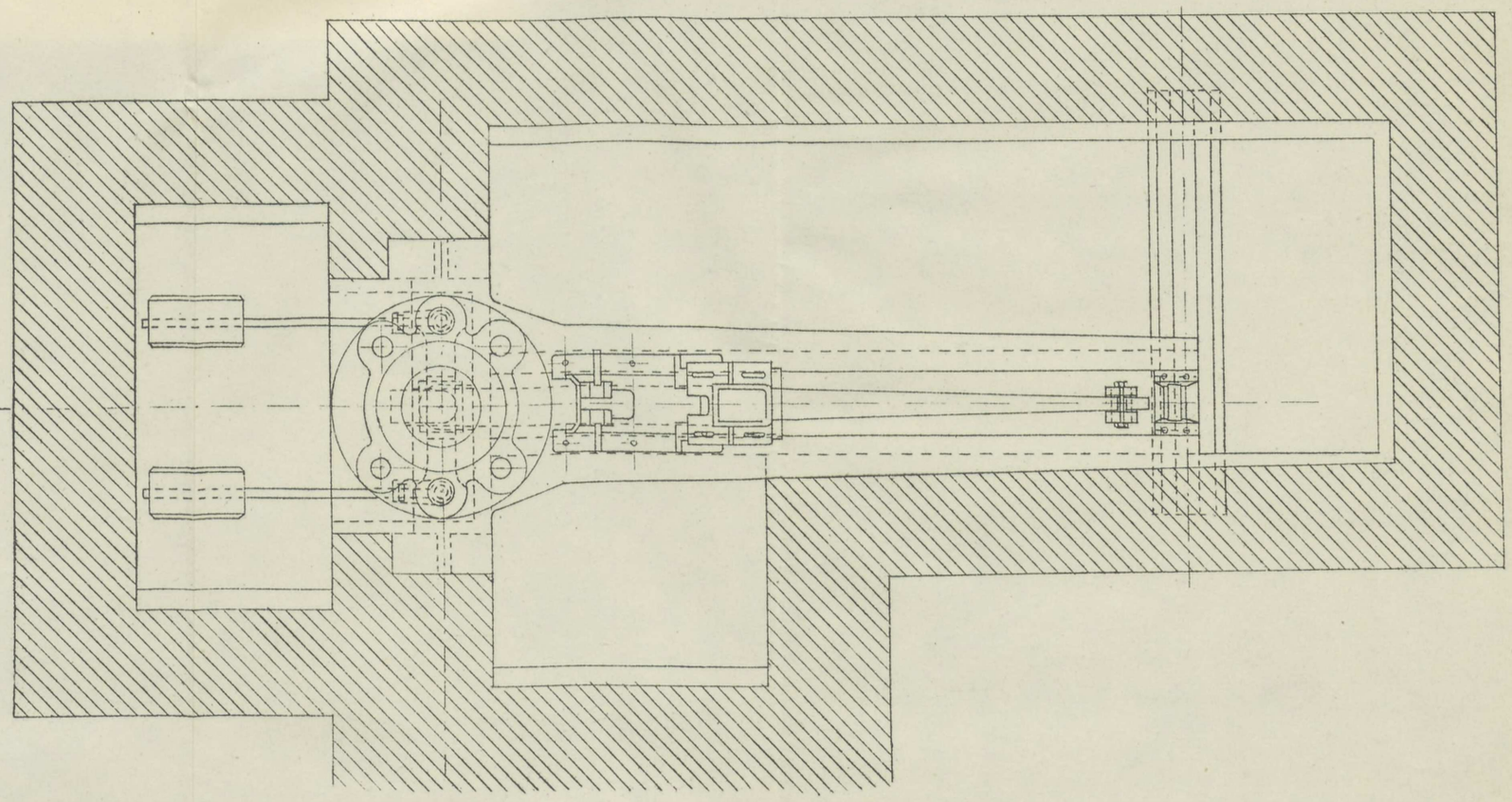
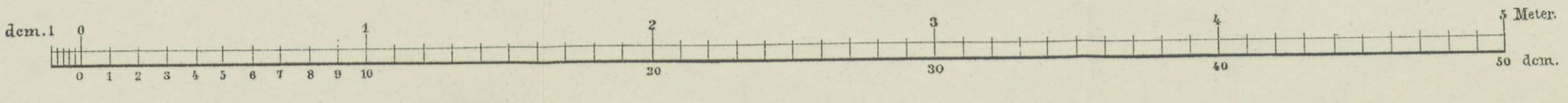


Fig. 4.

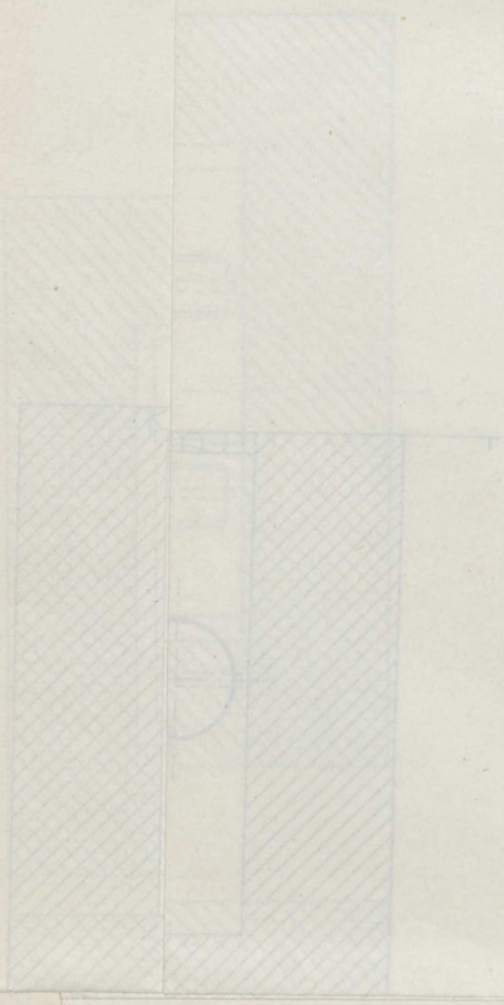


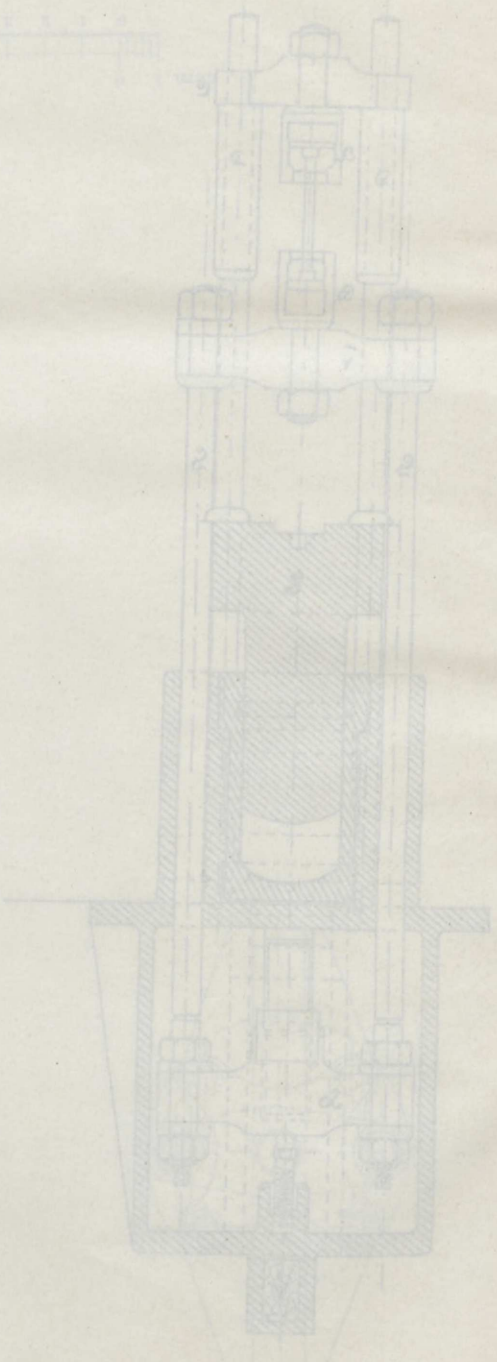




Thorvald Jensen & Søn fotolit.

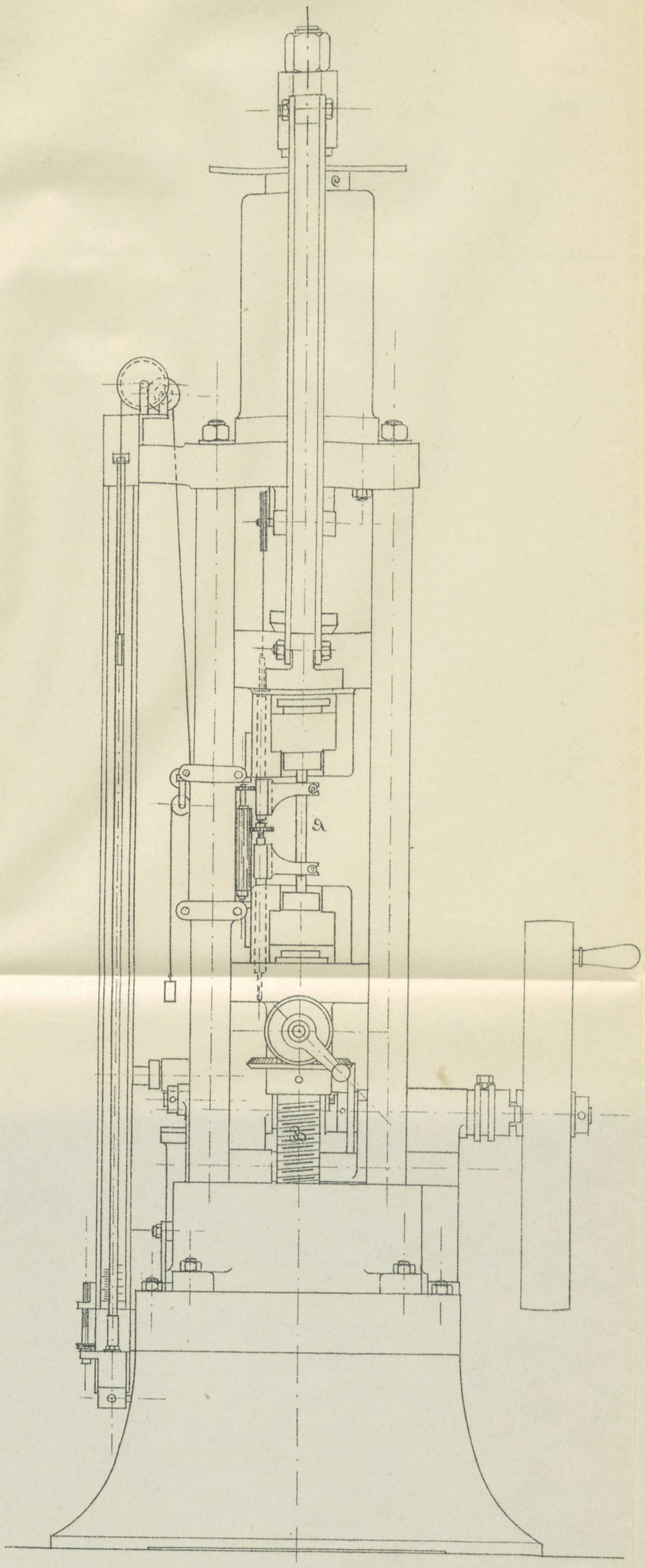
Den private Opmaalings lith. Anstalt. Kristiania.

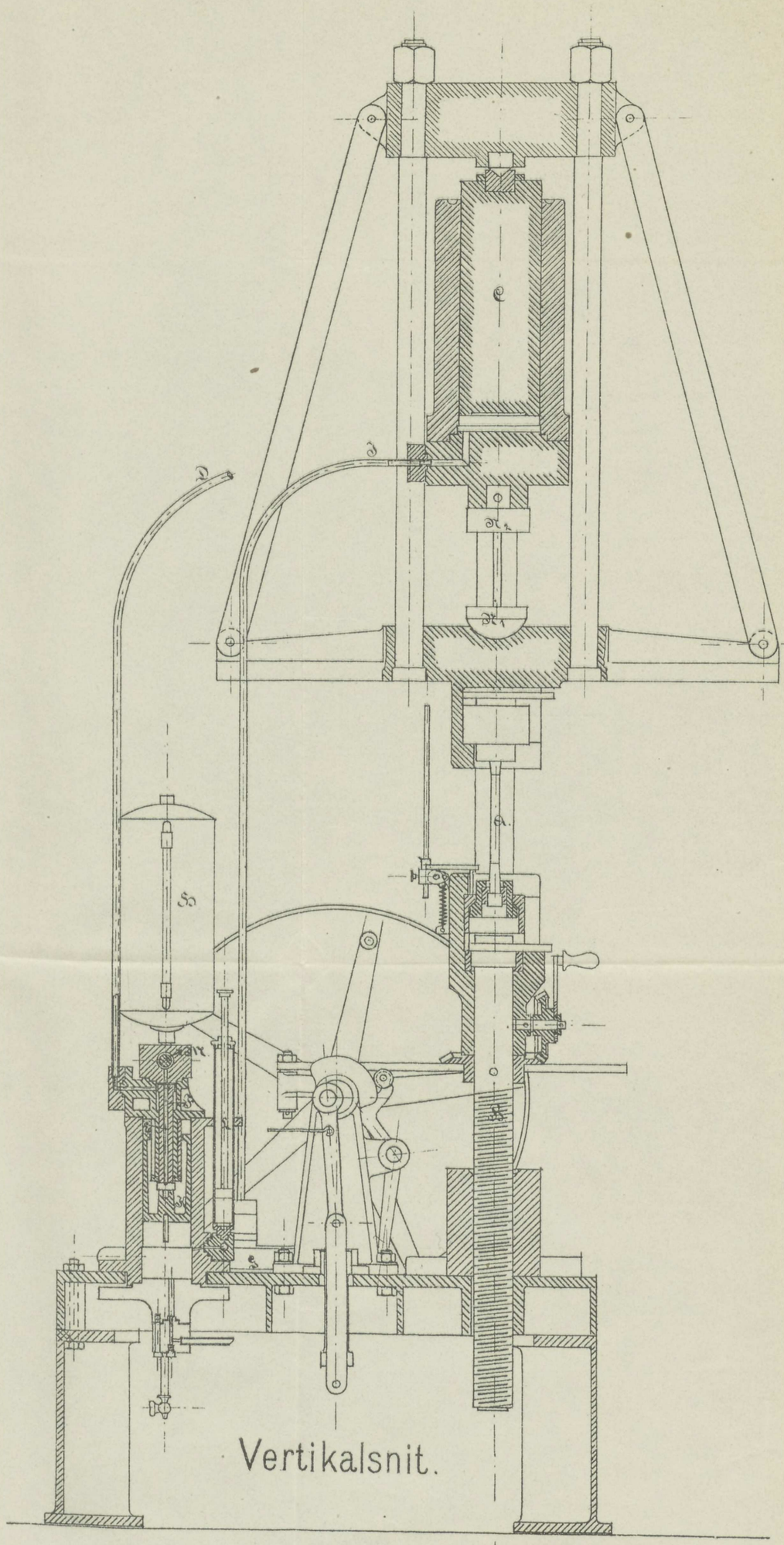




1/10 M.

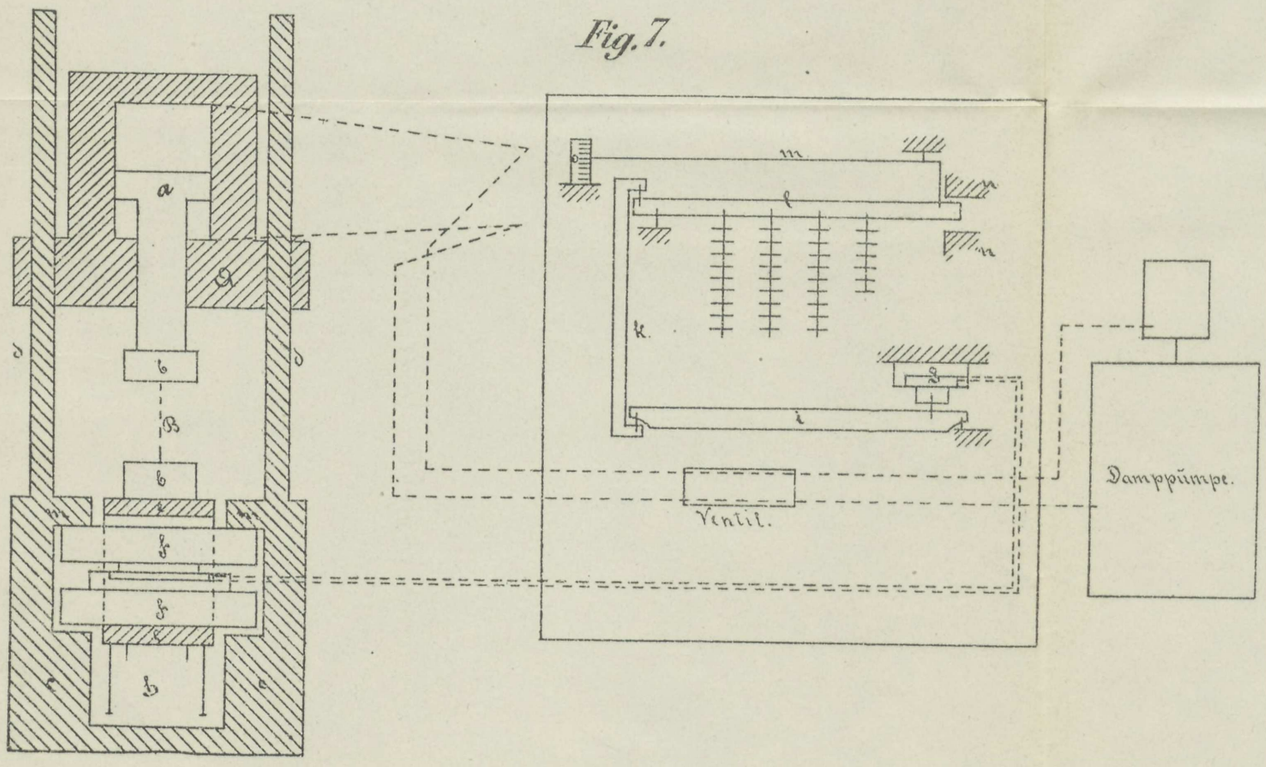
Fig. 6.





Vertikalsnit.

Fig. 7.



Grundrids.

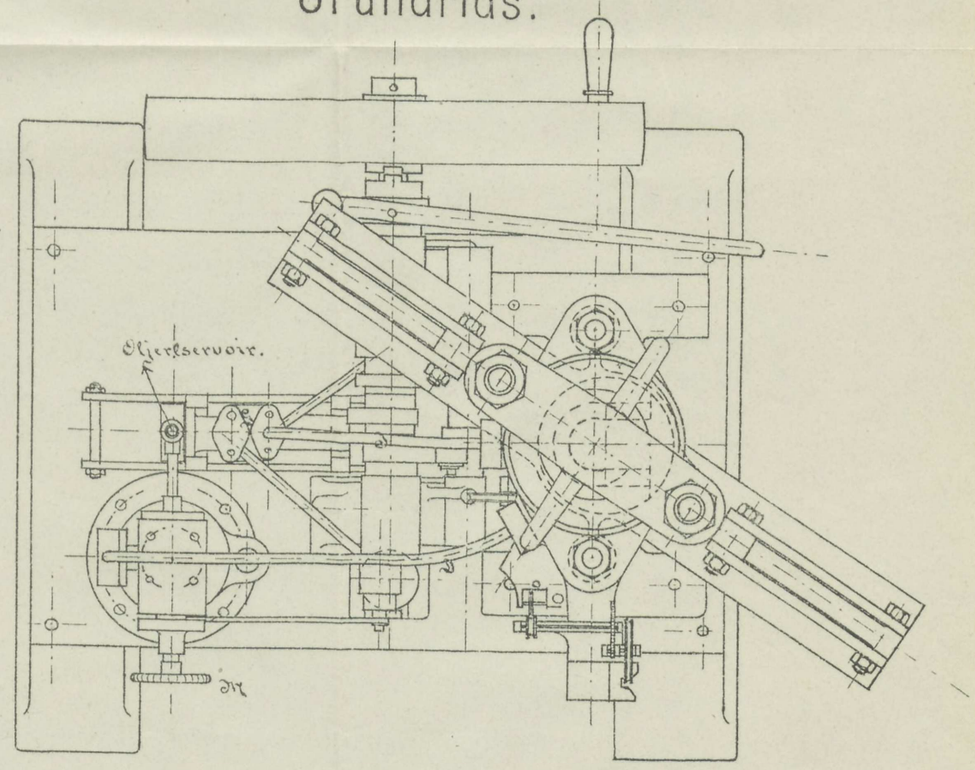
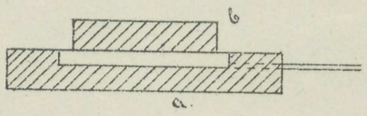


Fig. 8.



Thorvald Jensen & Søn fotolit.

Den private Opmaalings lith. Anstalt, Kristiania.

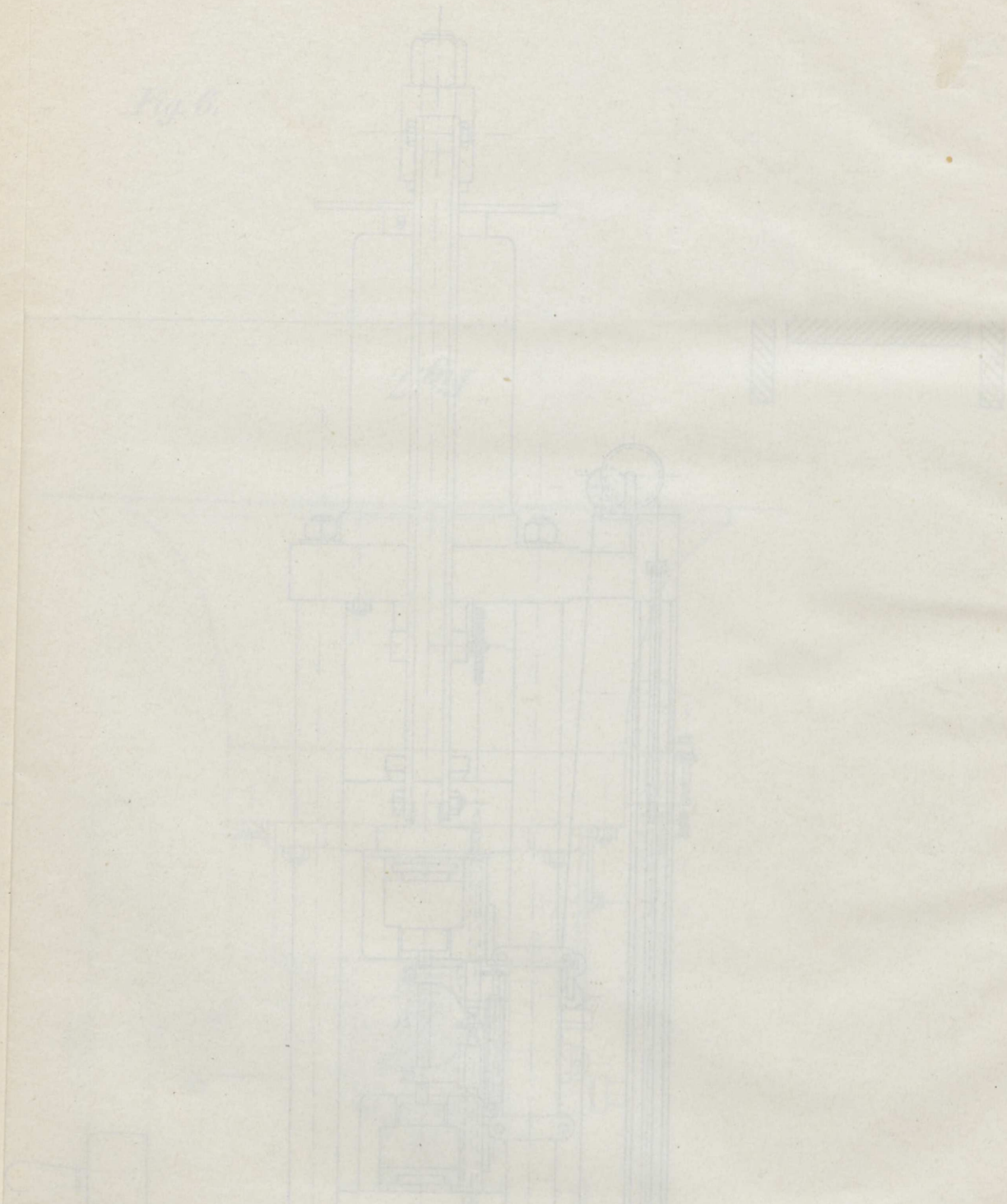
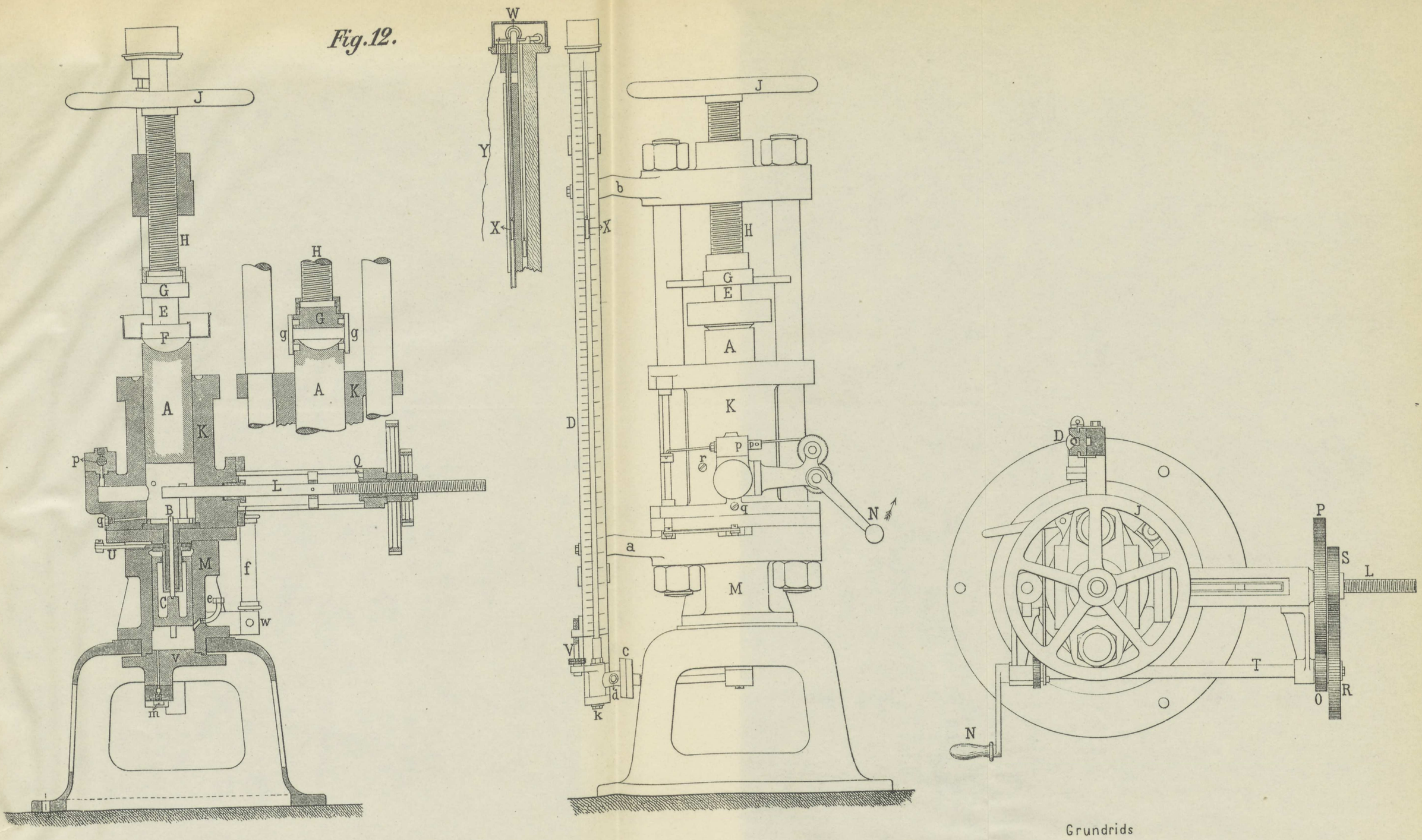


Fig.12.



Maalestok 1:10

Grundrids

Fig.14

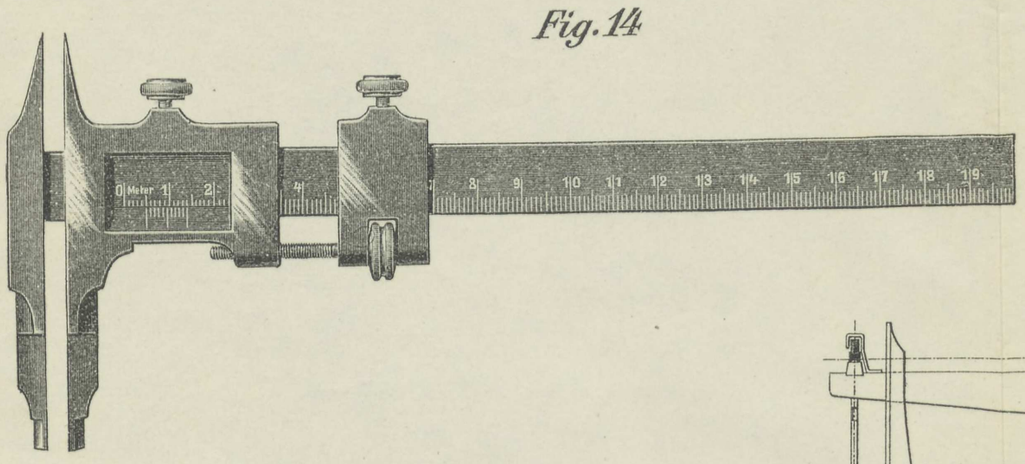


Fig.15

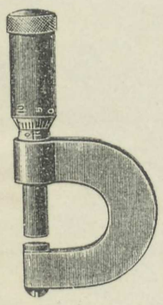


Fig.16

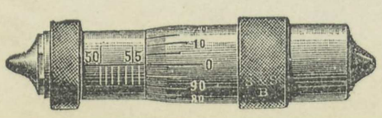
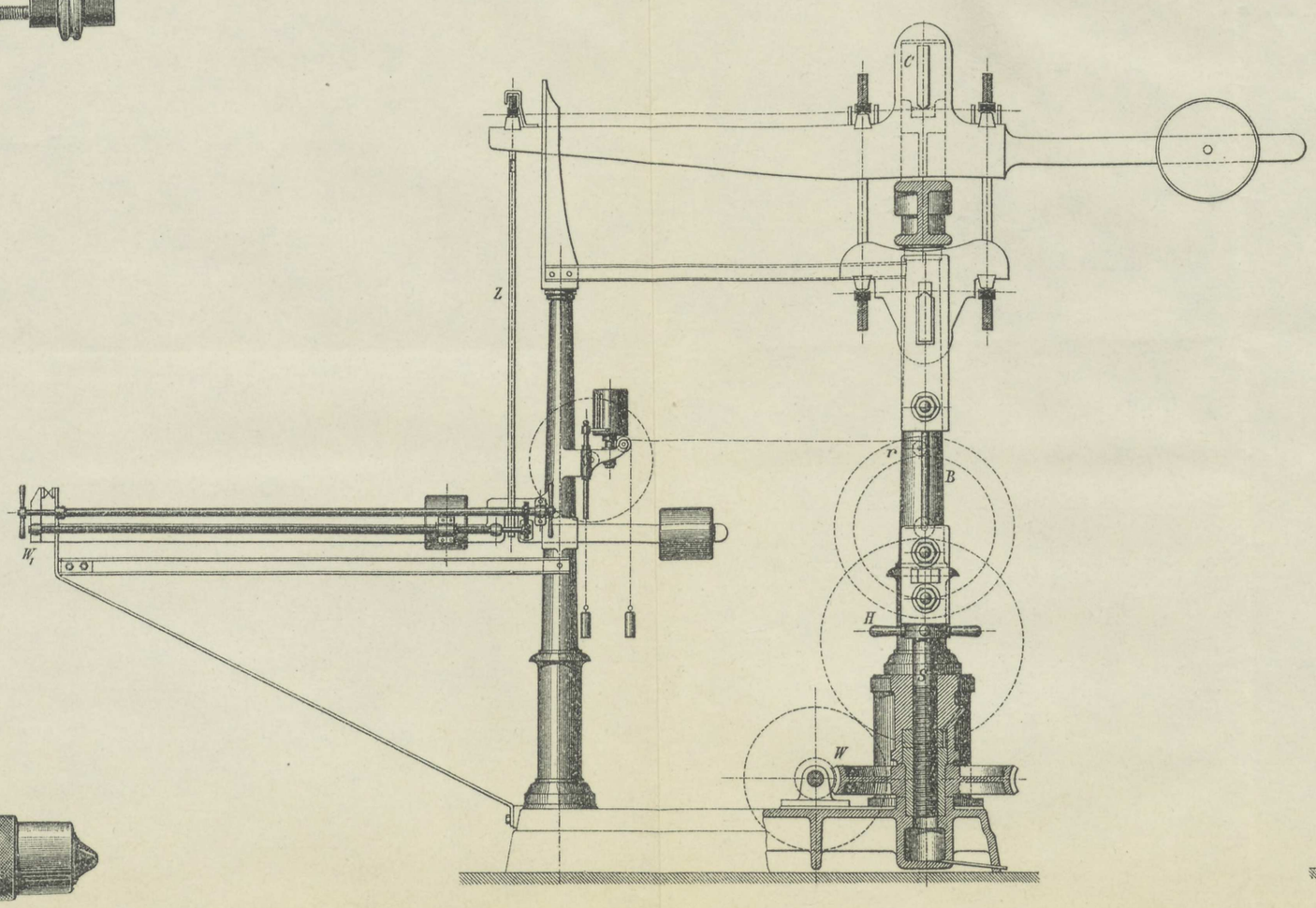
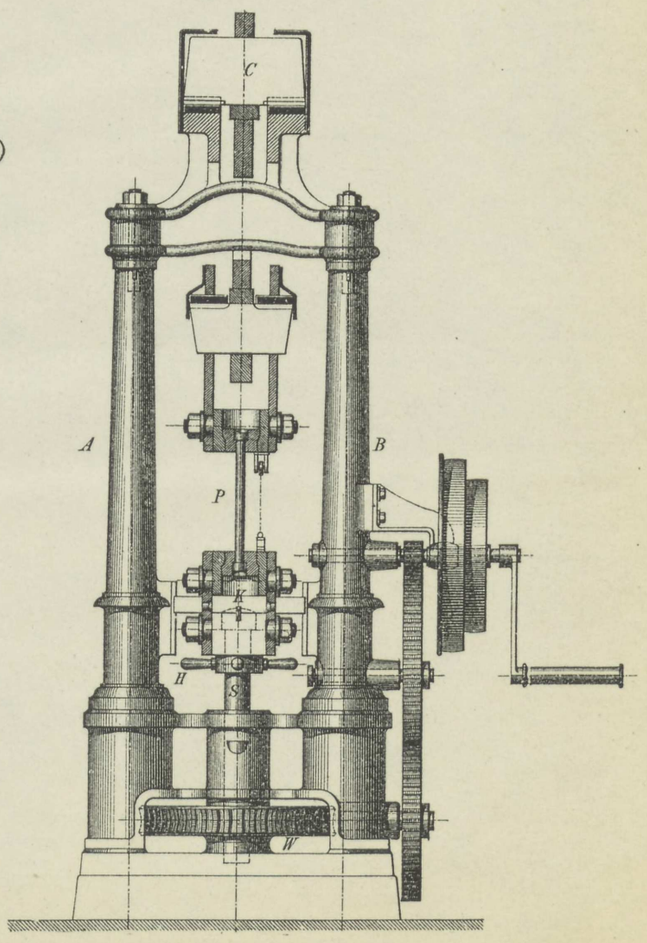


Fig.13.





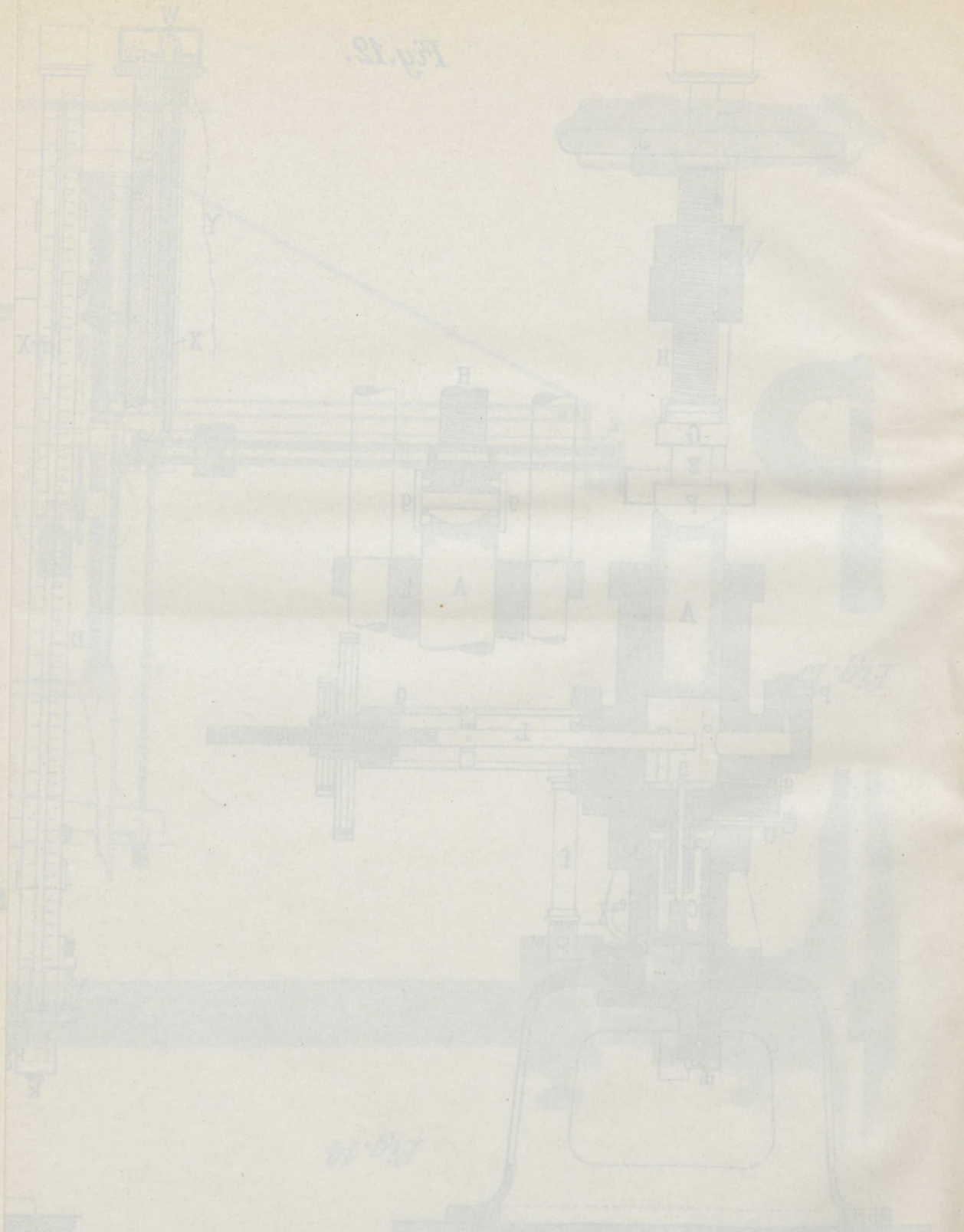


Fig. 17.

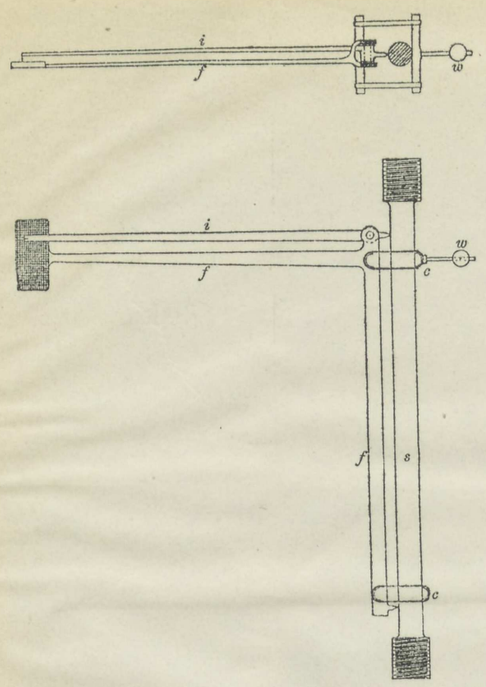


Fig. 18.

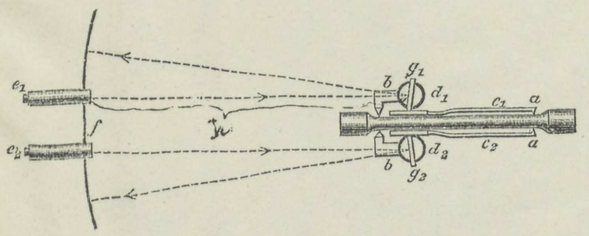


Fig. 19.

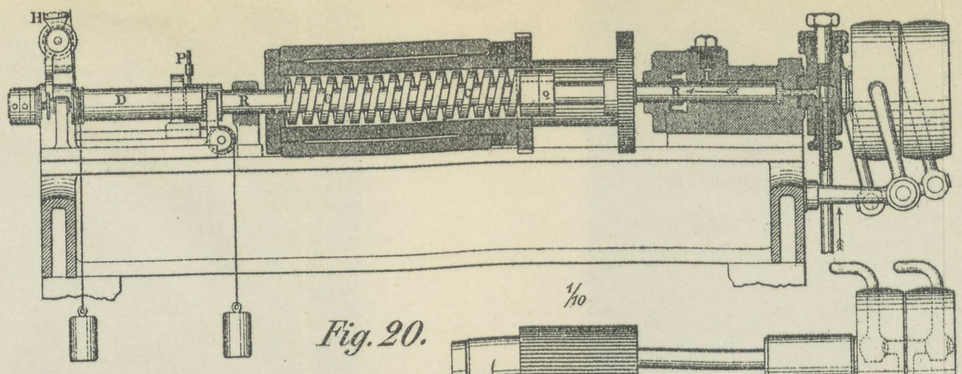


Fig. 20.

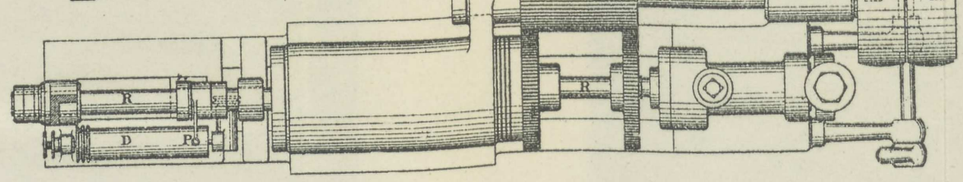


Fig. 22.

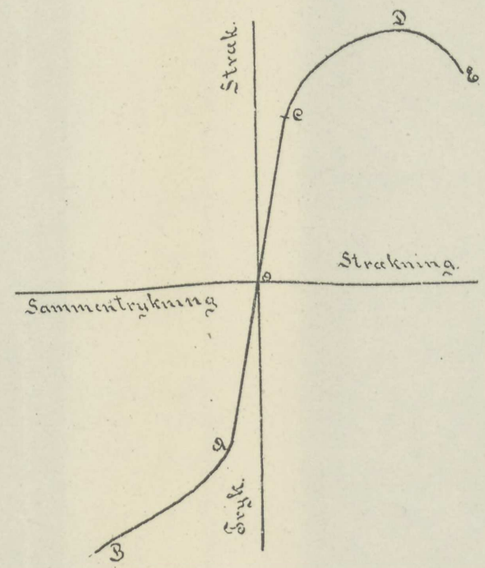


Fig. 21.

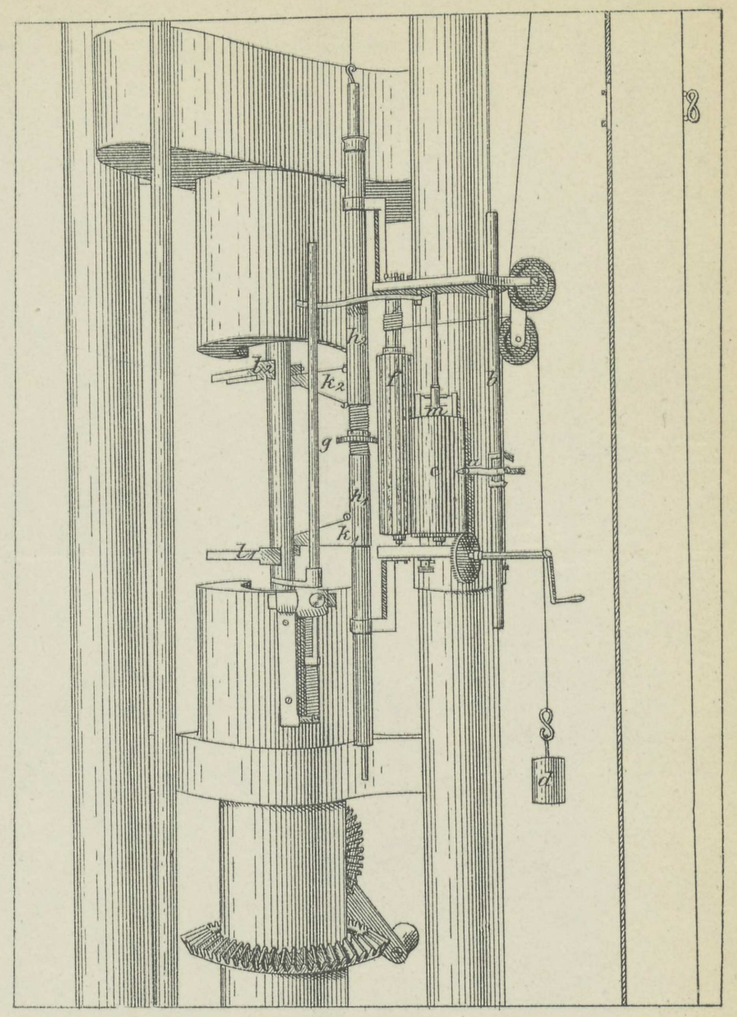


Fig. 23.

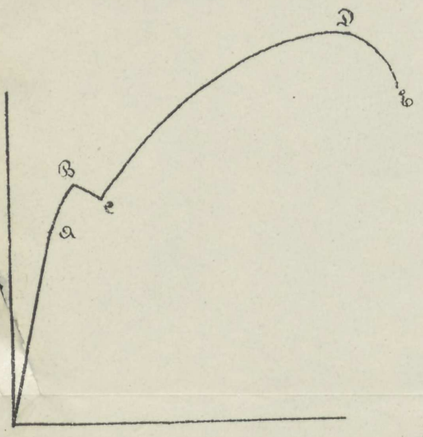


Fig. 23b.

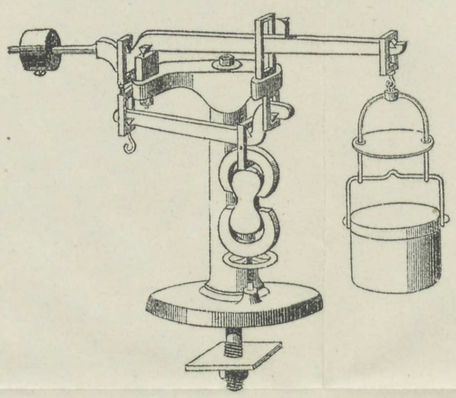


Fig. 24.

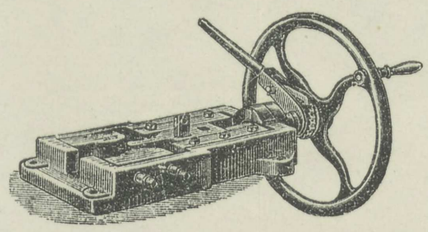


Fig. 25.

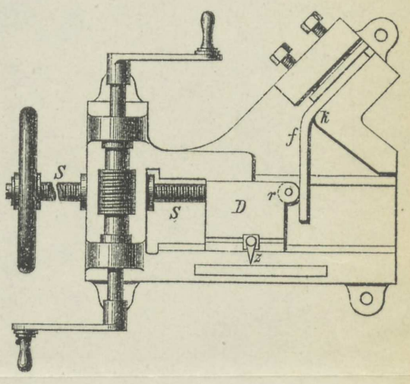


Fig. 26.

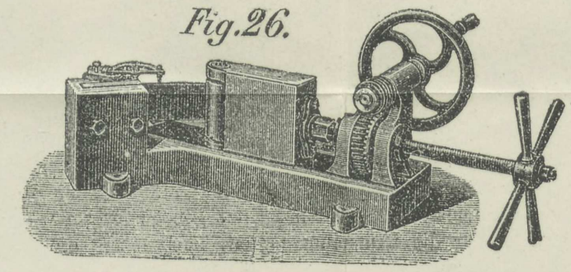


Fig. 23c.

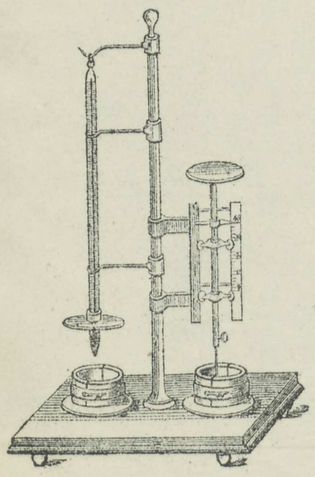


Fig. 23e.

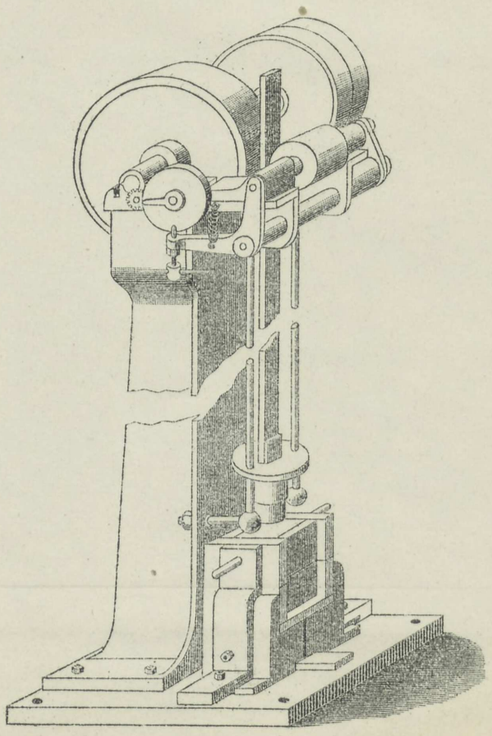


Fig. 23d.

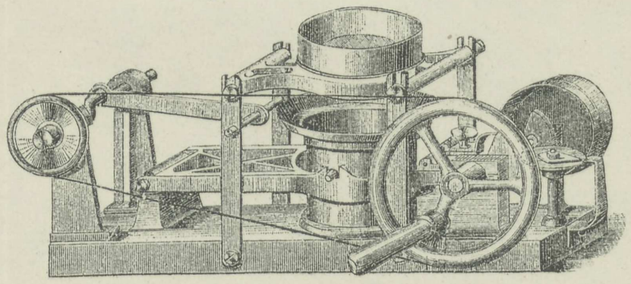


Fig. 27.

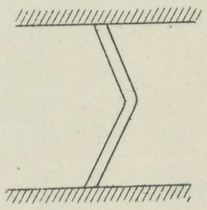


Fig. 28.

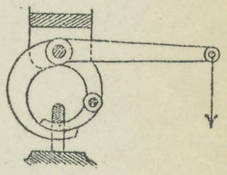


Fig. 29.

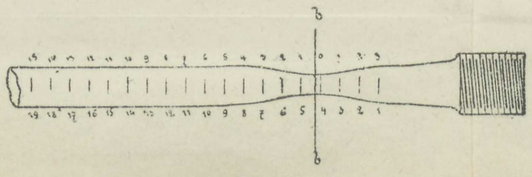
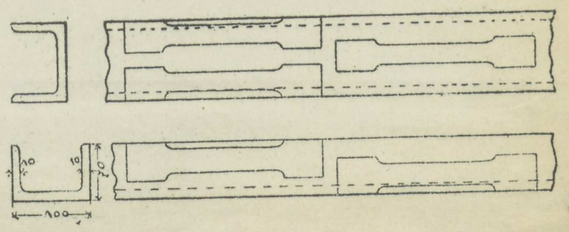
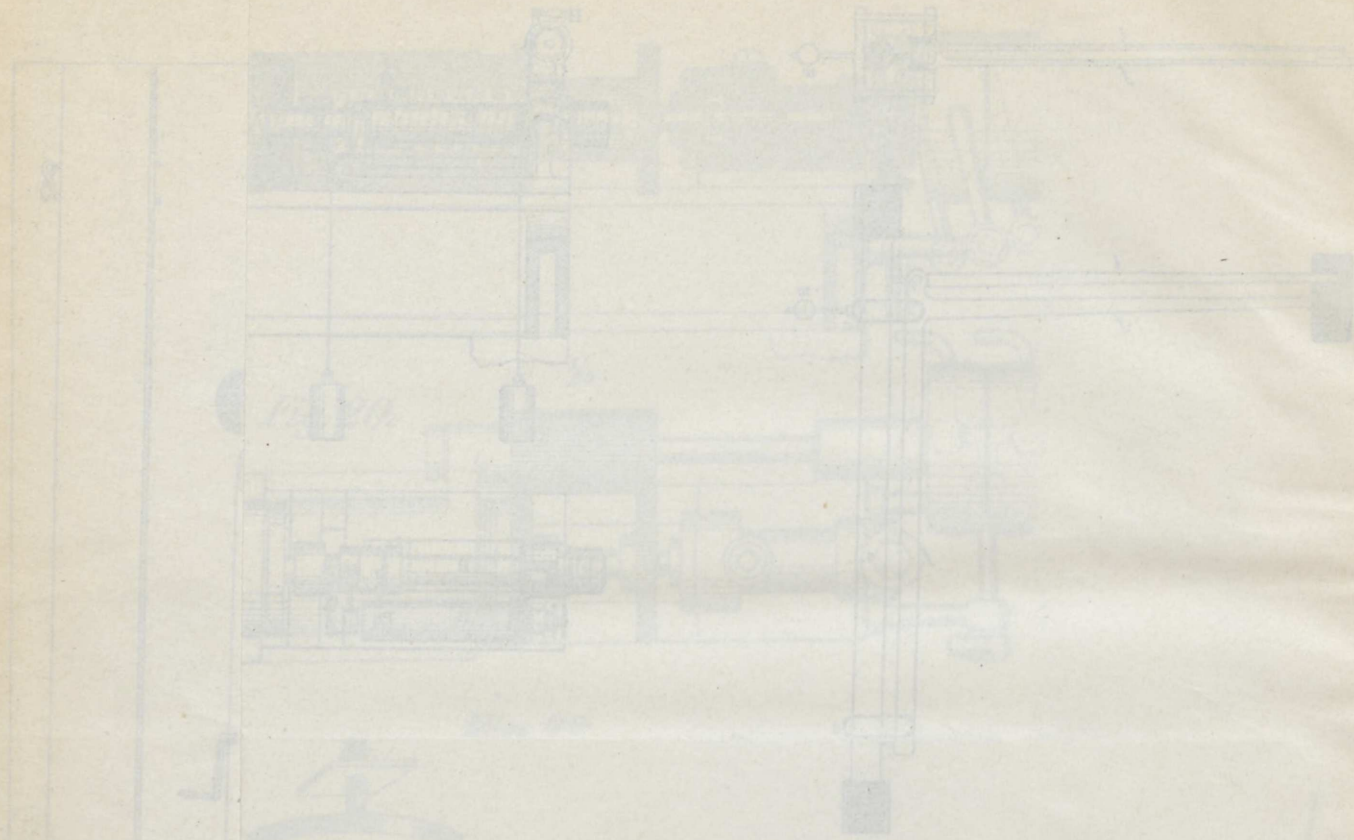
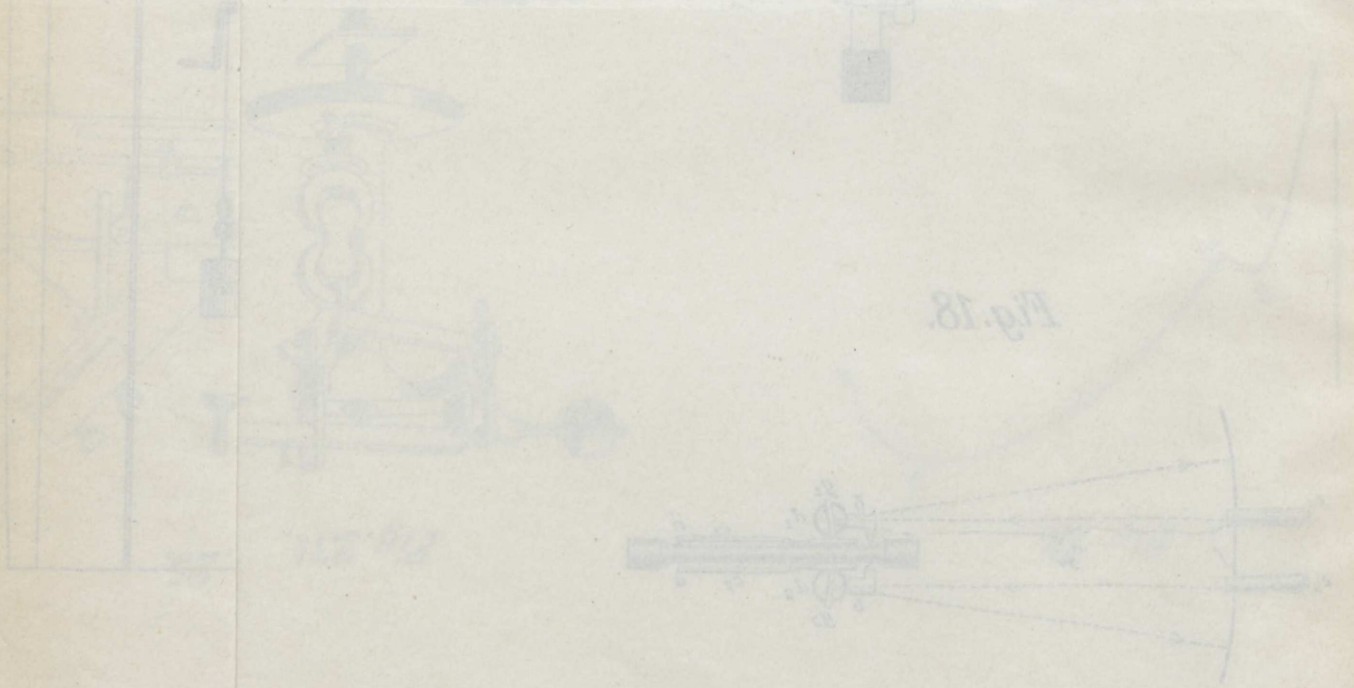
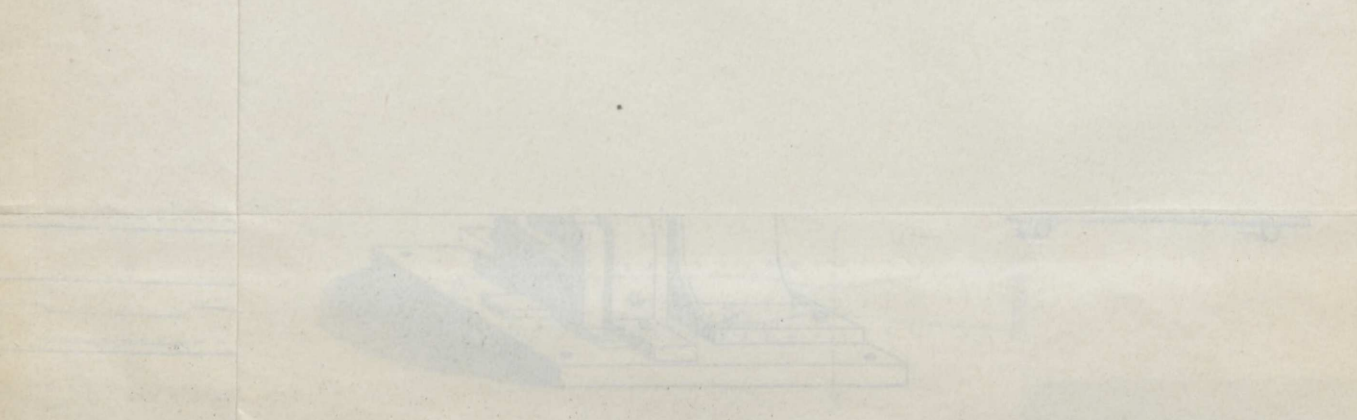


Fig. 30.









M = 1/100

Kjælderetage.

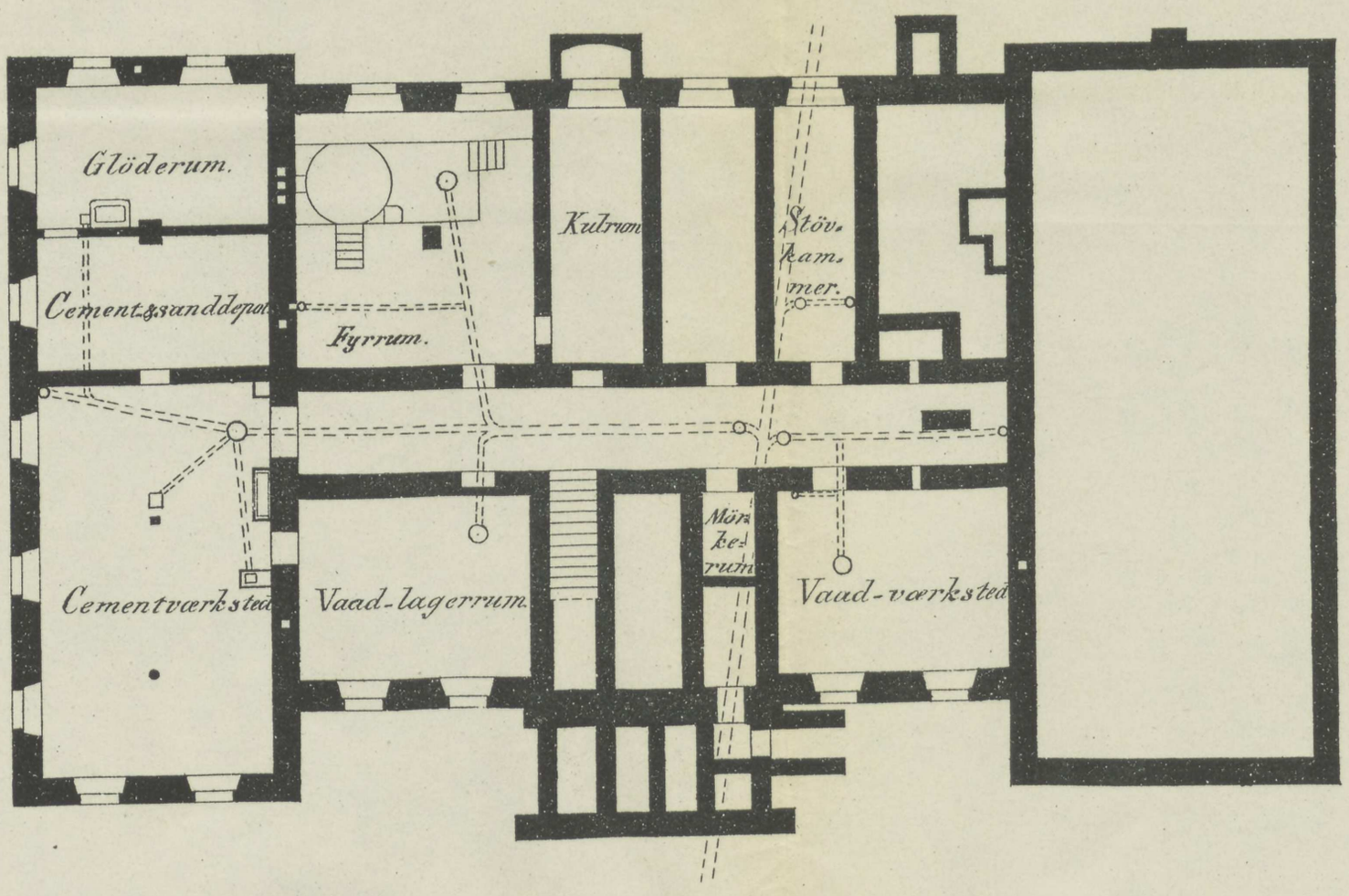


Fig. 31.

Thorvald Jensen & Søn fotolit.

Den private Opmaalings lith. Anstalt, Kristiania.

M. 1/100

2den Etage.

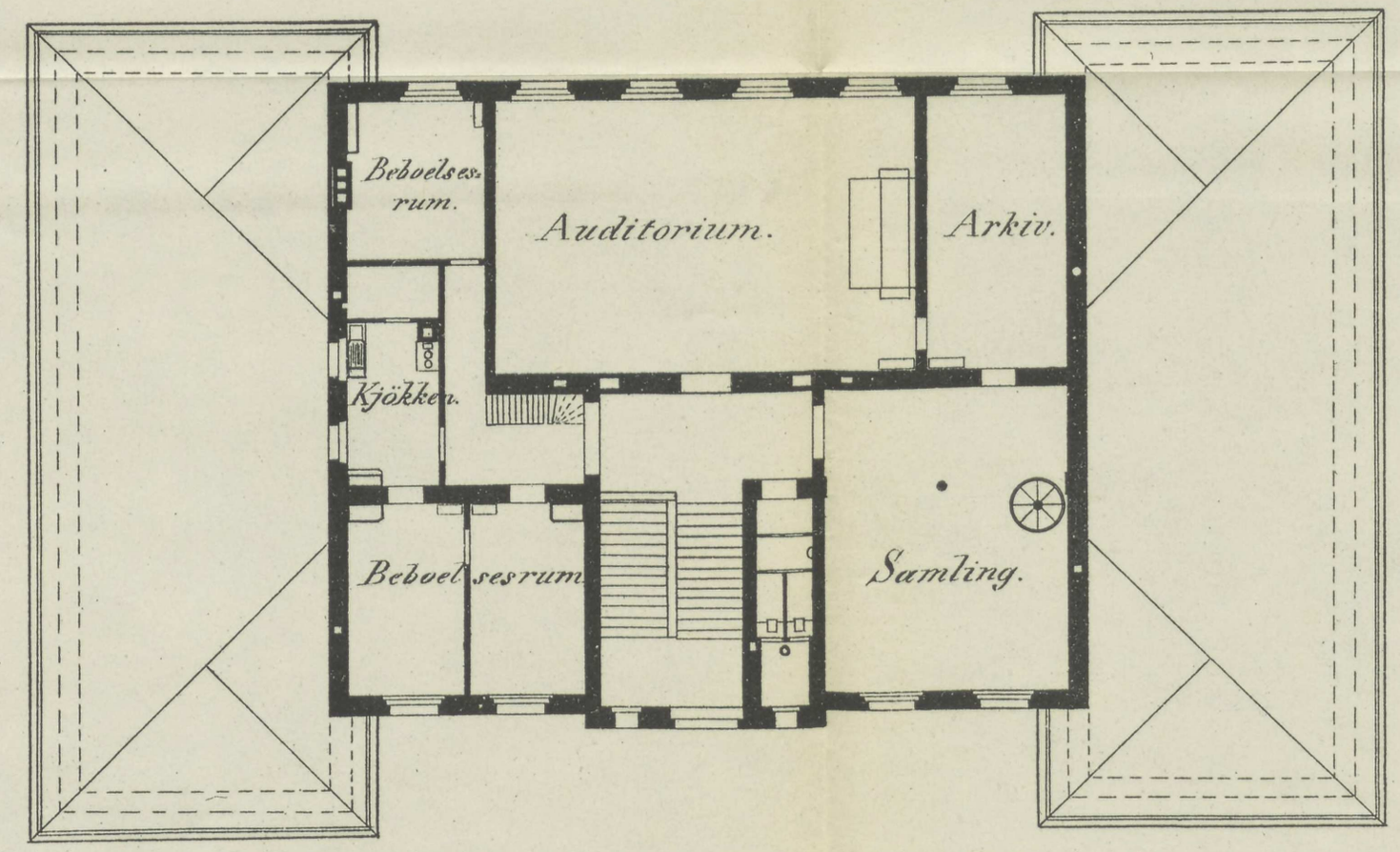
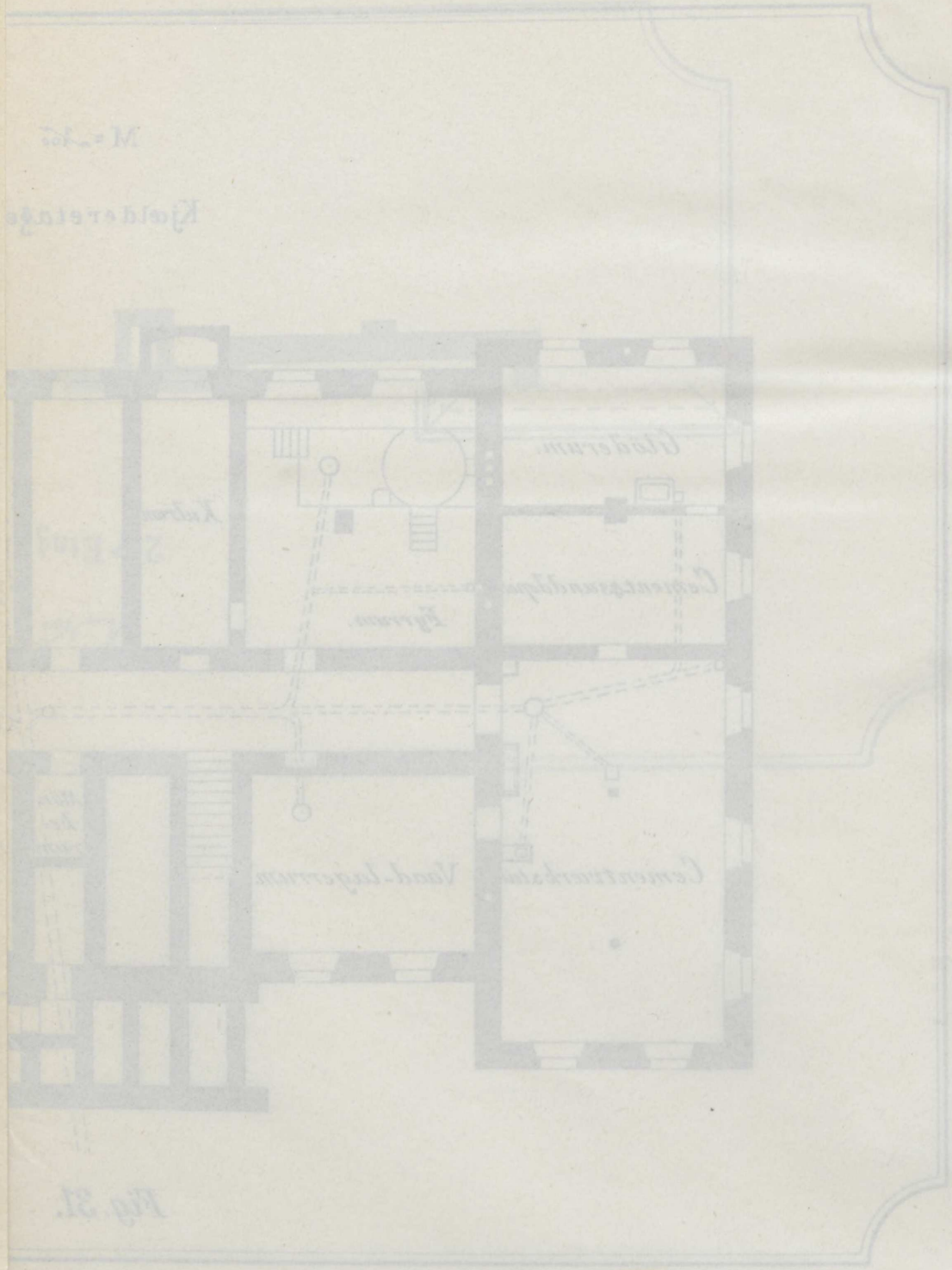


Fig. 33



M. 1/100

1ste Etage.

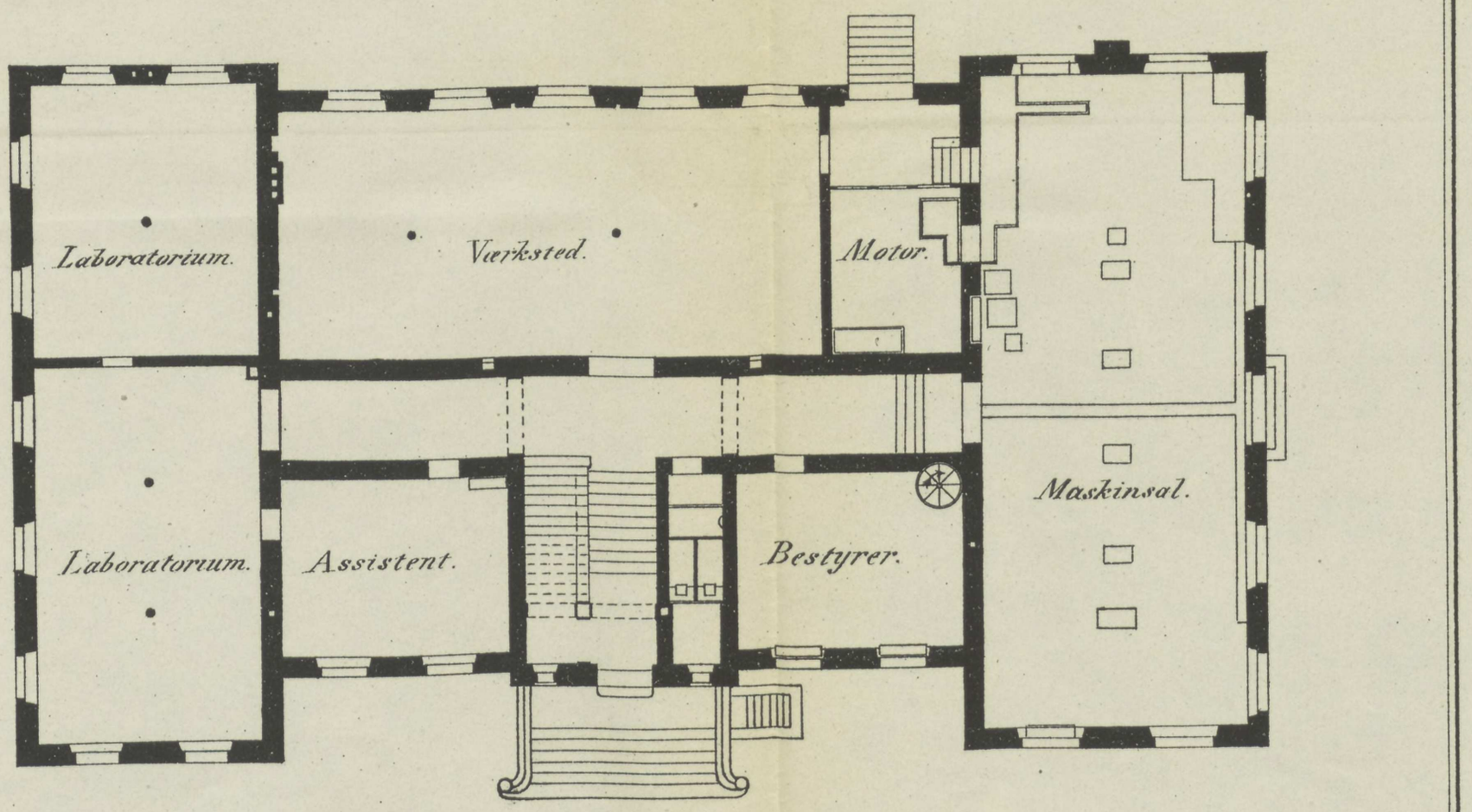


Fig. 32

M = 1/100

Længdesnit.

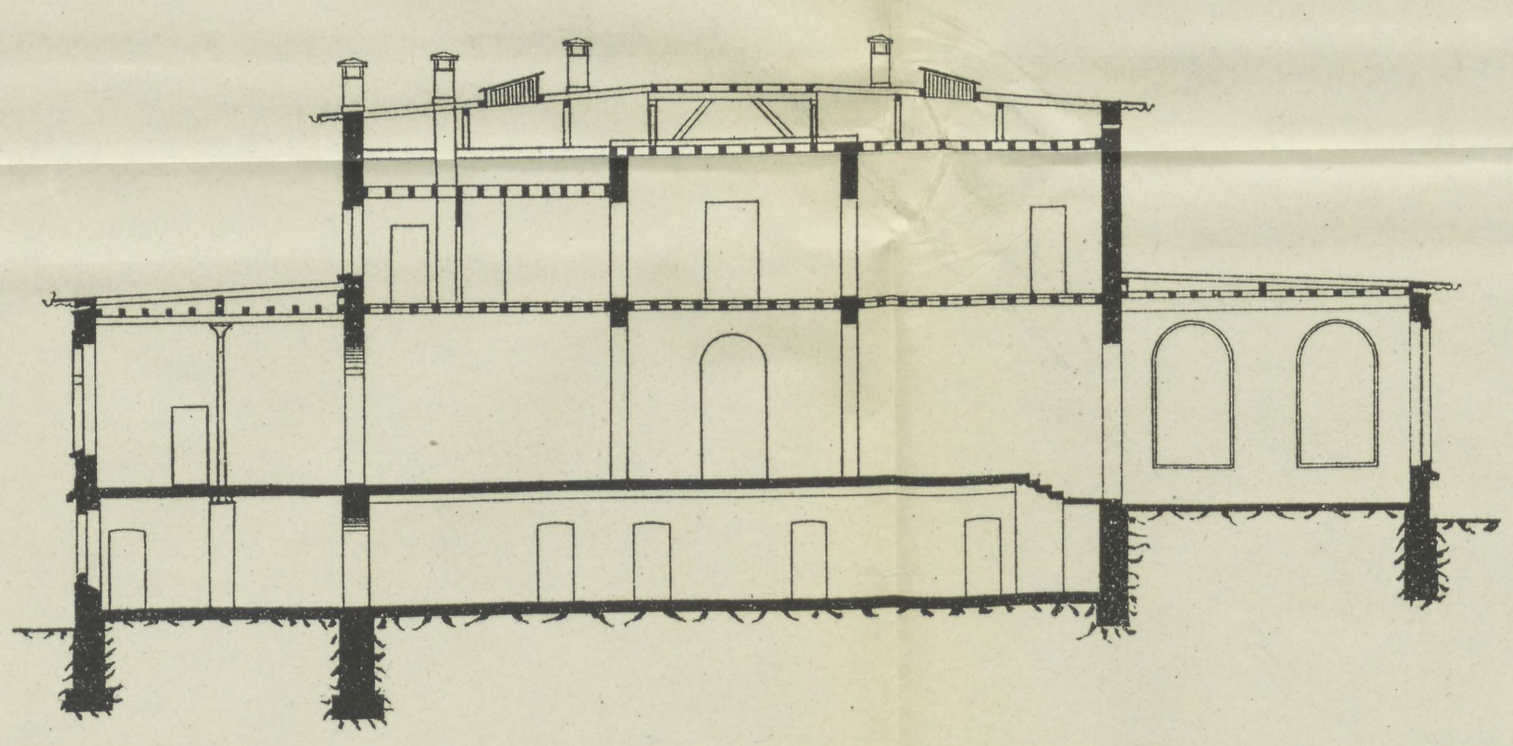
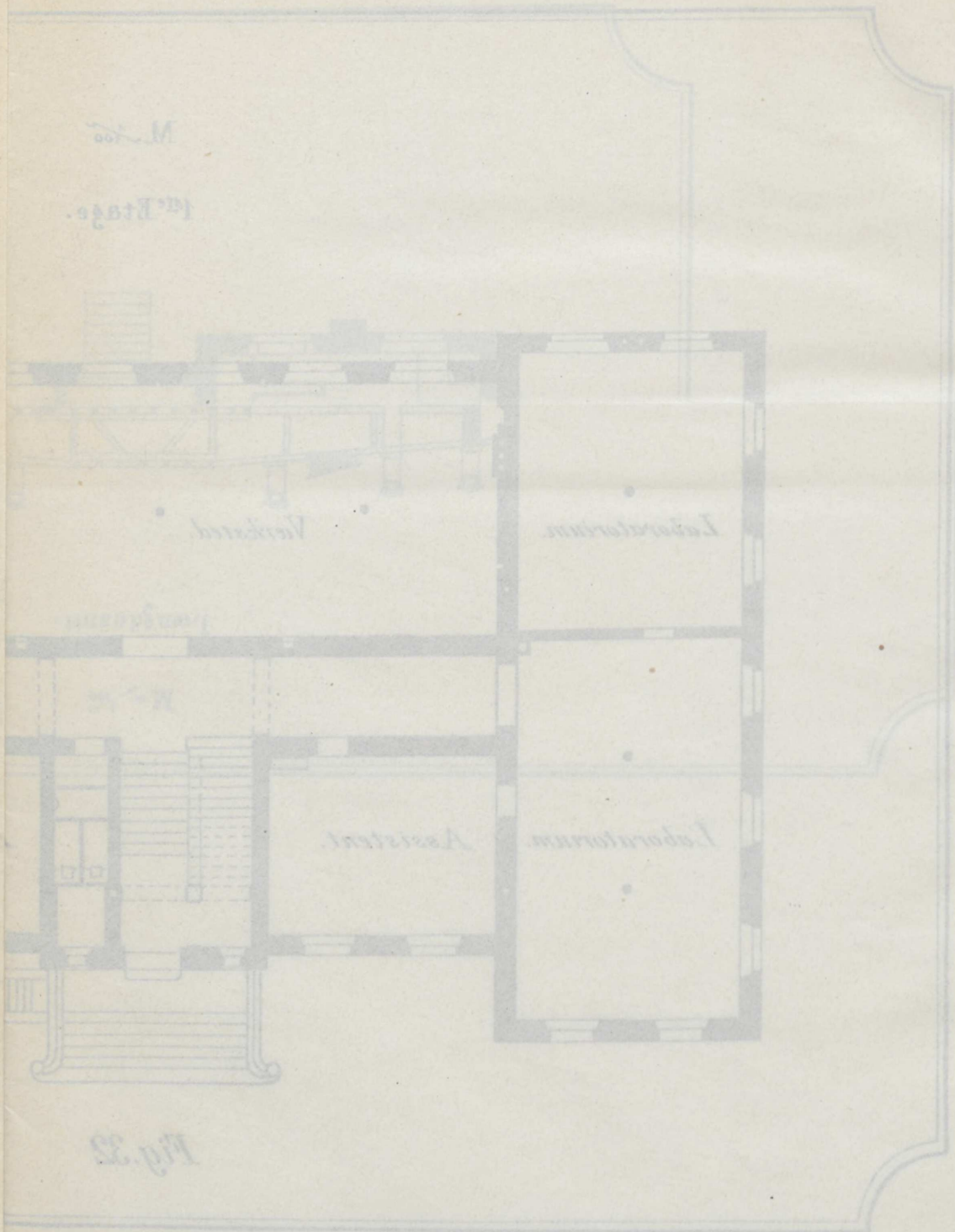


Fig. 34



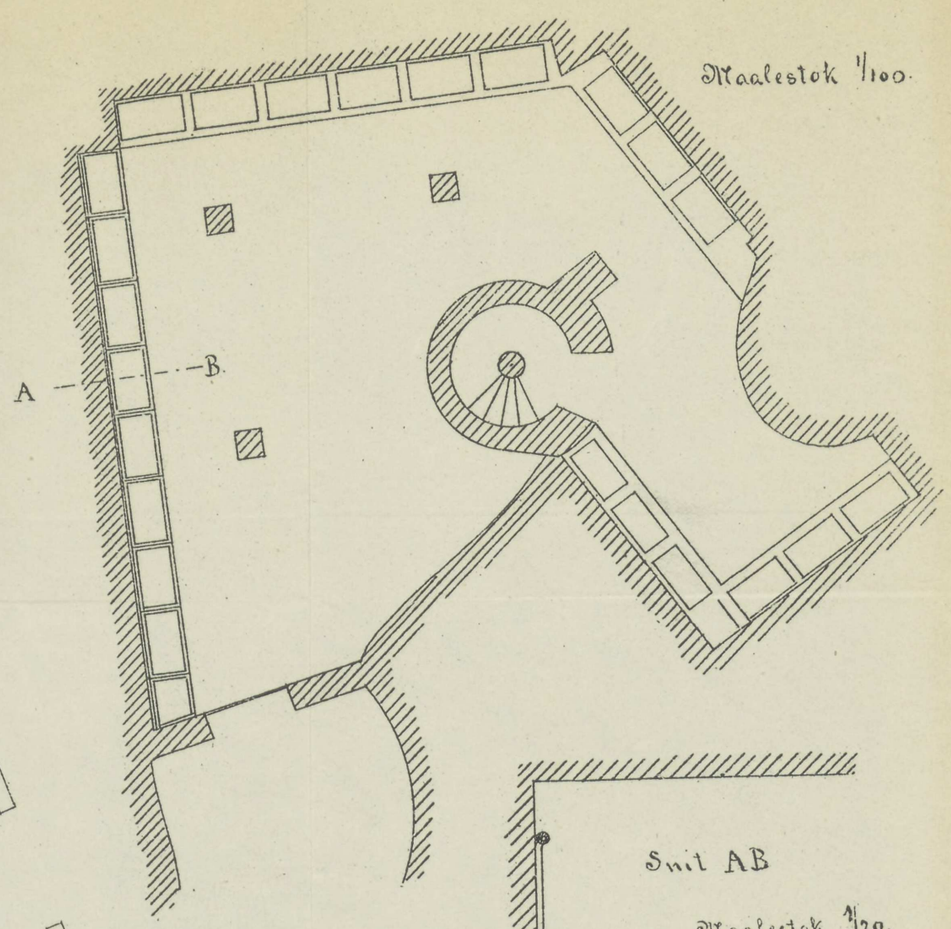
Maalestok 1/250

Bolig.

Fig. 36.

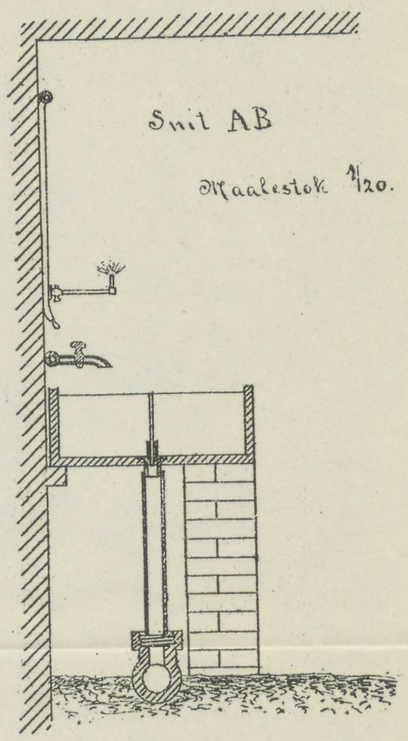
Plan over de naturlige katakomber til opbevaring af kalk og cement

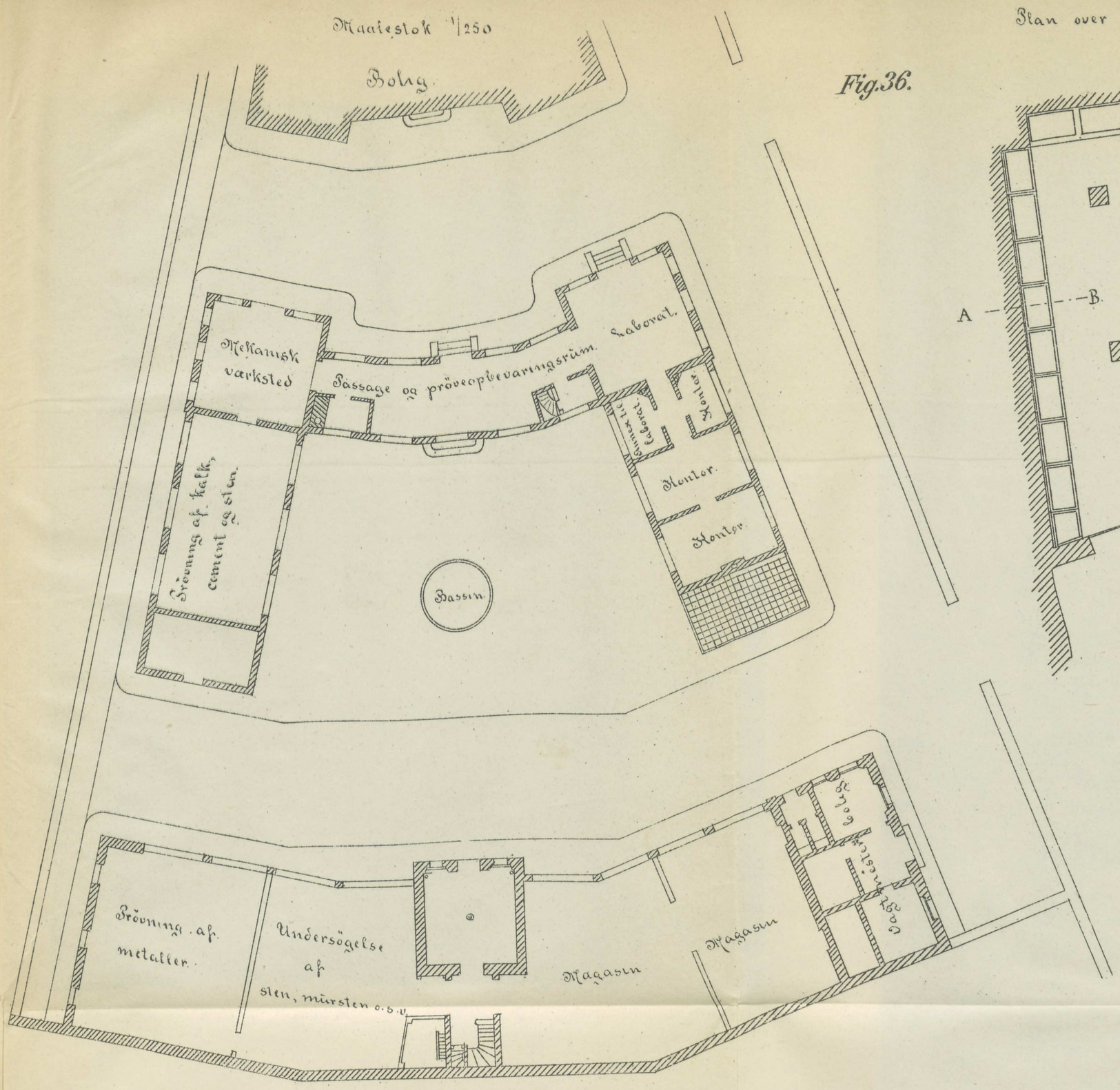
Maalestok 1/100.



Snit AB

Maalestok 1/20.





Iden. Etage

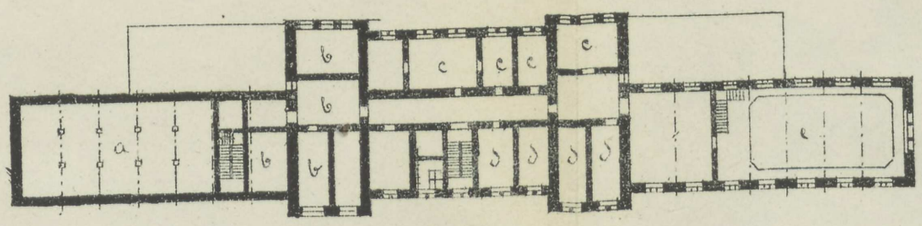
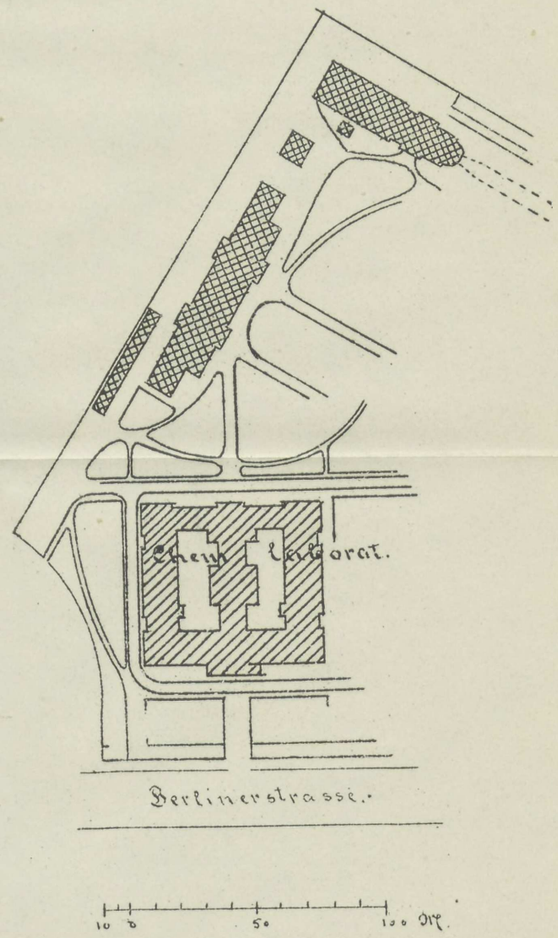
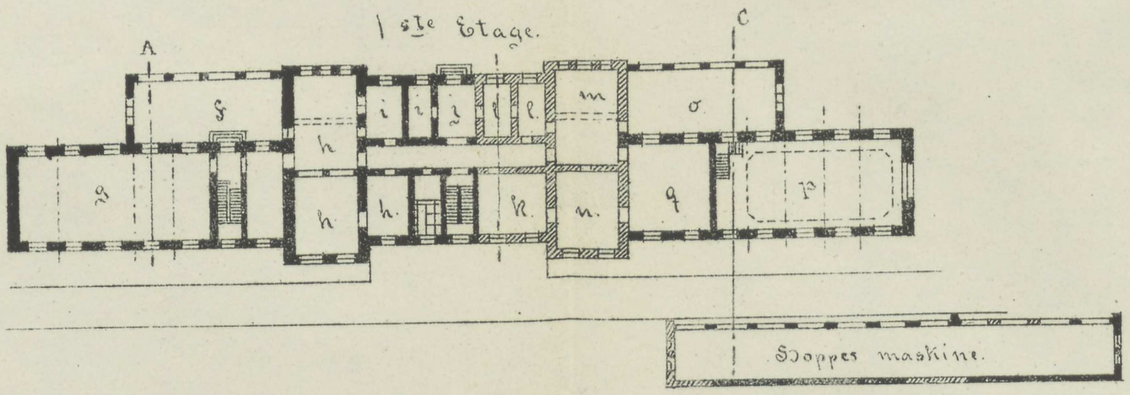
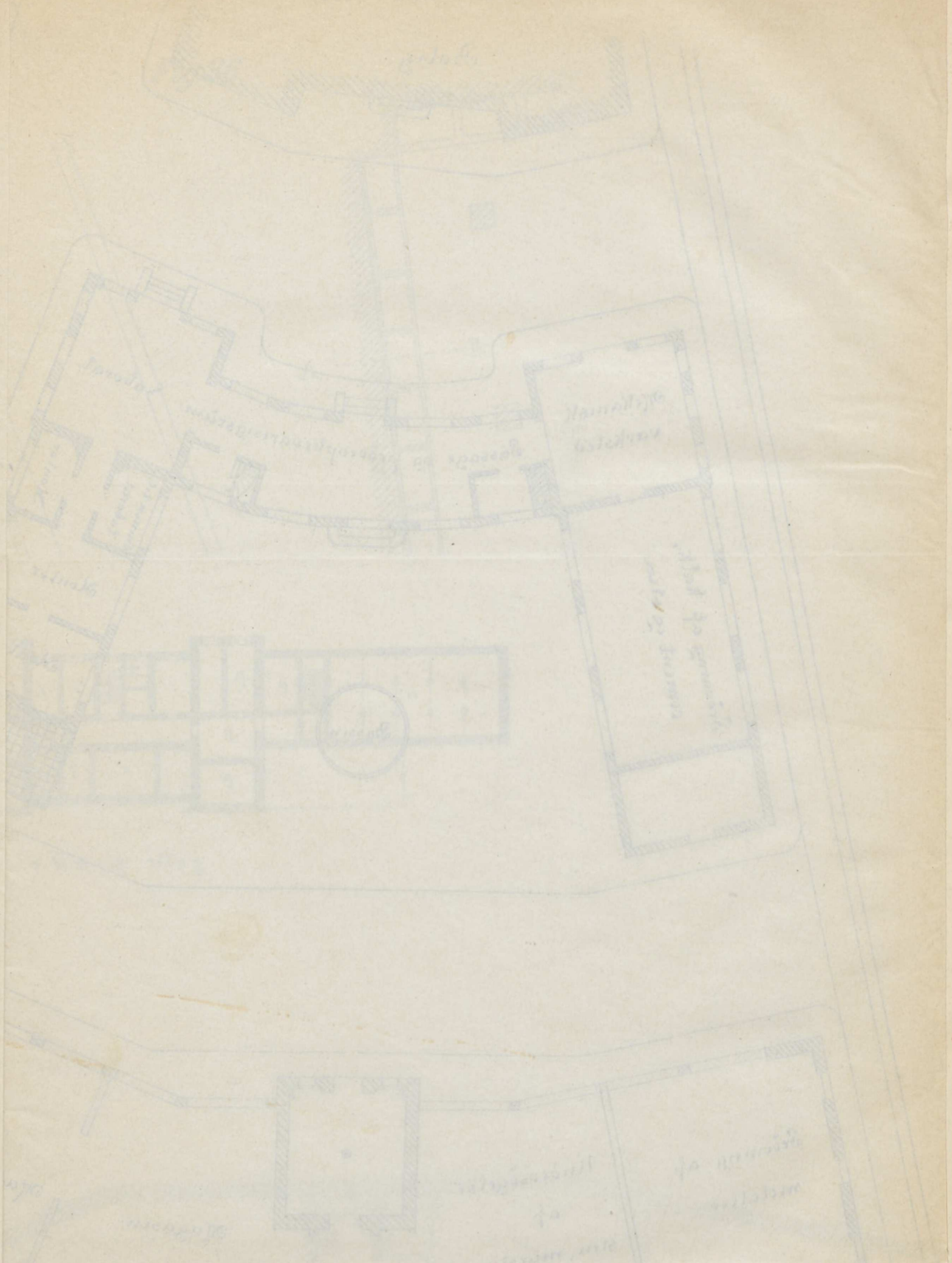


Fig. 35.



1 ste Etage.



10 5 0 10 20 30 40 50 M.

a) Materialdepot.
b) Beboelsesrum
c) Kontorer
d) Papirprøveafd
e) Samling
f) Oljeprøveningsafd.
g) Wöhler maskine.
h) Mekanisk værksted.
i) Direktörens kontor.
k) Vestibüle.
l) Kontor
m) Cement værksted.
n) Stenundersögelsesafd.
o) Samling.
p.) Maskinsal.
q) Instrument samling.