



# Forblad

**Om Cementundersøgelser**

**A.F Andersen**

**Tidsskrifter**

**Den Tekniske Forenings Tidsskrift. 1877-78**

**1878**

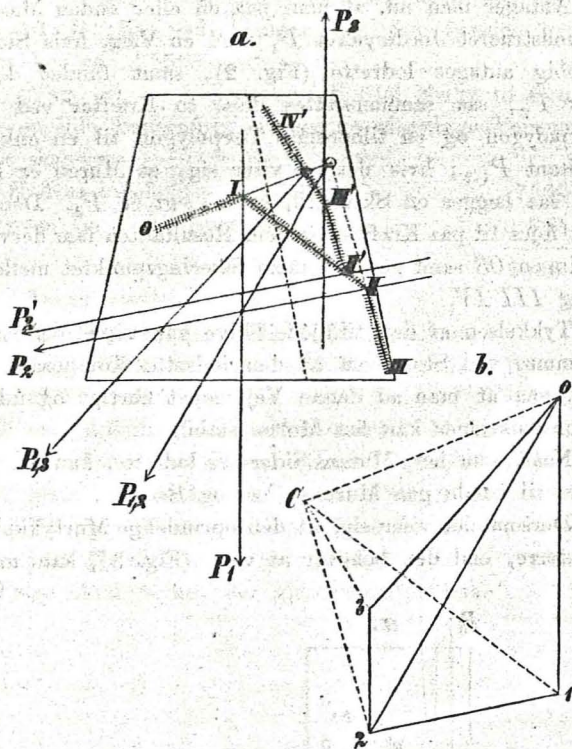


Fig. 4.

Ere Murens Sider hældende, saa gjælder Konstruktionen uden videre for Murens Forside, ja man kan endogsaa forandre Forsidens Hældning ved enten at lægge en Trekant til eller trække en saadan fra.

Finder man det af en eller anden Grund fordelagtigt at foretage Forandringerne paa Murens Bagside, saa er her den Indskrænkning, at man ikke kan forandre Hældningen, da saa Jordtrykket vil forandres, og desuden maa man erindre, at Jordtrykkets Angrebspunkt deler Murens Bagside i et konstant Forhold; den Linje, hvorefter Jordtrykket virker, maa altsaa flyttes parallelt med sig selv, til den gaar gennem det nye Angrebspunkt.

Denne Flytning er uden Indflydelse paa Kraftpolygonen; paa Tovpolygonen har det den Indflydelse (Fig. 4), at, medens Linjen, hvorefter Jordtrykket virker, flyttes fra  $P_2$  til  $P'_2$ , saa vil Punktet  $II$  af Tovpolygonen flyttes til  $II'$ , hvori Linjen  $P'_2$  skærer Siden  $I II$ . Den nye Resultant gaar da ligesom før gennem Skæringspunktet mellem  $OI$  og  $III' IV'$  og er parallel og lige stor med  $OB$ .

Har Muren et mere sammensat Profil, kan man i stedet for at konstruere dens Tyngdepunkt, dele den i Dele, hvis Tyngdepunkter og Vægte let kunne bestemmes, og saa sammensætte alle de paa Muren virkende Kræfter ved en Kraftpolygon og en dertil hørende Tovpolygon.

## Om Cementundersøgelser.

(Med Tegninger paa Pl. 2.)

Af Premierlieutenant i Ingeniørkorpset A. F. Andersen\*.)

Efter at der baade her og i Udlandet er opstaaet en Mængde Cementfabrikker, der levere Cement af højst forskjellig og ofte meget tvivlsom Værdi, er det blevet mere og mere nødvendigt, at man er i høj Grad varsom ved Anvendelsen af uprøvede og ukjendte Cementsorter, der ofte i Handelen udbydes som anerkjendt udmærkede Fabrikata, medens de i Virkeligheden ere af saa ringe Beskaffenhed, at Mørtel tilberedt af dem efter flere Døgns Forløb næppe kan hænge sammen, end sige anvendes til Bygningsmateriale som Bindemiddel.

Finder man derfor, at der af en eller anden Grund

er Anledning til at bruge en saadan uprøvet Cement, bør den ubetinget inden Anvendelsen underkastes en Undersøgelse, for at dens Egenskaber kunne blive konstaterede, og selv om man har med en anerkjendt god Cement at gjøre, bør man ved større Arbejder ikke skyde Omkostninger, der ere forbundne med de sædvanlige Prøver, da det hændes, at selv de bedre Fabriker kunne levere enkelte mindre heldige Partier, hvad der des værre ogsaa her til Lands haves sørgelige Erfaringer for. For øvrigt vil det altid have sin Værdi at erfare, hvilken Tillid man kan sætte til det anvendte Materiale.

For at disse Prøver skulle have nogen Betydning, maa de foretages i temmelig stor Udstrækning og fortsættes gennem en længere Periode. Ved mindre Byggearbejder vil man i Reglen ikke kunne afvente Tilende-

\*) Forfatteren har givet Tilsagn om, naar Foreningens Møder gjenoptages, at indlede en Diskussion om de i Afhandlingen berørte Forhold.

bringelsen af saadanne Forsøg, ligesom mindre Foretagender heller ikke vel kunne bære de Omkostninger, som ere forbundne med Anskaffelsen af de nødvendige Apparater og selve Prøvernes Udførelse; men ved saadanne Arbejder bør man da aldrig anvende Cementsorter, som ikke have staaet deres Prøve, en Regel imod hvilken der des værre kun altfor ofte syndes.

De Undersøgelser og Prøver, som Cementen bør underkastes, skulle her nærmere omtales.

Til Vurdering af Cementens Billighed bør der foretages Maaling af den Kubikmængde, en Tønde indeholder. De forskellige Mærker ere dels pakkede i Tønder af ikke lidet forskelligt Rumfang, dels kan Pakningen være mere eller mindre fast; man vil derfor let blive narret ved at vurdere Billigheden efter Prisen pr. Tønde; ved lige gode Cementsorter bør den selvfølgelig vurderes efter Kubikmængden. Vejning giver i saa Henseende intet paa-lideligt Resultat, eftersom Vægtfylden varierer ikke saa ganske lidt ved de forskellige Sorter. Da der haves udmærkede Cementer baade med stor og ringe Vægtfylde, kan denne ikke antages at spille nogen betydningsfuld Rolle.

Cementen bør være finkornet. Ved Forsøg har det vist sig, at de grovere Korn spille ganske samme Rolle i Cementmørtelen som Sand. Jo flere grove Bestanddele, der findes i Cementen, desto ringere Sandtilsætning vil den altsaa kunne taale, og desto mere uøkonomisk bliver dens Anvendelse. For at Cementen skal kunne kaldes god med Hensyn til Findelingen, bør i det mindste 75% kunne passere en Traadsigte med 6000 Masker pr. Kvadrattomme. Angaaende Finhedsgradens Indflydelse paa Cementens Værdi henvises til en Afhandling af G. A. Hagemann i „Tidsskrift for Physik og Chemi“ 1876.

Cement forfalskes nu til Dags ikke sjældent ved Indblanding af Ler, Sand fordærvet Cement o. l. Ved i et Cylinderglas at blande Cementen med en betydelig Mængde Vand, ryste det og lade den bundfælde, vil man ofte kunne opdage saadanne Forfalskninger, idet de indblandede Stoffer ville lejre sig efter deres forskellige Vægtfylde i forskellig farvede Lag. — Med Undtagelse af Sandet, som ved Tilsætning af Saltsyre til Cementen og Kogning vil blive uopløst tilbage, ere saadanne Forfalskninger ikke lette at paavise ad kemisk Vej; men, da de tilsatte Stoffer forringe Mørtelens Styrke, vil deres Indvirkning indgaa i Resultaterne af de Styrkeprøver, som bør anstilles, og senere ville blive omtalte.

Ved Undersøgelse under Mikroskopet viser god Cement sig at bestaa af skarptkantede Korn. Farven skal være svag blaagraa. Den brunlige Farve er et temmelig sikkert Tegn paa en svag Cement.

Den værste og farligste Fejl, en Cement kan have,

er Tilbøjelighed til at bulne ud efter at være anvendt i Bygningsværket, hvorved Mørtelmassen lidt efter lidt revner i alle Retninger, og tilsidst ender med fuldstændig at falde fra hinanden. Aarsagen til dette Forhold kan forklares ved, at der samtidig med Hærdningen af Massen finder en Krystallisationsproces Sted, idet Kalken, som findes i enhver Cementsort i større eller mindre Mængde, danner et Kalkhydrat med Vandet, som er i Mørtelen, og dette Hydrat udkrystalliserer i Mørtelmassens Porer. Har Mørtelen tilstrækkelig Styrke til at modstaa Krystallernes Tryk, idet de presses ind i Porerne, ville de kun bidrage til at gøre Massen mere kompakt, men er Styrken ikke tilstrækkelig eller Krystallisationsprocessen for heftig, sprænges Mørtelmassen. Betingelsen for, at Udbulning skal finde Sted, er altsaa Tilstedeværelsen af Kalk og Vand, og man skulde derfor antage, at jo mere kalkrig en Cement var, desto mere vilde den være udsat for at lide ved Krystaldannelsen. Dette er dog ingenlunde Tilfældet, idet man har udmærkede, stærkt kalkholdige Cementer; det kommer kun an paa, hvorvidt Mørtelmassen har opnaaet tilstrækkelig Fasthed, inden Udkrystallisationen finder Sted.

I større Mørtelmasser vil der altid være det til Krystaldannelsen nødvendige Vand til Stede, men ved mindre Mængder, som f. Ex. ved de til Styrkeforsøg anvendte Prøvestykker, vil der, naar de opbevares i Luften, let finde en saa hurtig Udtørring Sted, at Krystallisationen forhindres eller i alt Fald hæmmes, og det kan heraf forklares, at Cement, som anvendt i det store efter nogen Tids Forløb har vist sig ganske ubrugelig paa Grund af Tilbøjelighed til Udbulning, har givet særdeles gode Resultater ved Styrkeprøverne. Af denne Grund bør man altid opbevare Prøvestykkerne under Vand, hvorved man vil komme de virkelige Forhold, som Cementen ved Anvendelsen i Bygningsarbejder er udsat for, nærmere, og man vil ogsaa derved unddrage Prøvestykkerne den betydelige Indflydelse, som Luftens forskellige Fugtighedsgrad har. Ligesom Mangel paa tilstrækkeligt Vand kan forhindre Tilbøjelighed til Udbulning i at vise sig, kan den ogsaa bevirke, at Cementen ikke opnaar sin fulde Styrke, og der vil derfor kunne fremstaa betydelige Vexlinger i Styrkeforholdene ved Prøver, som opbevares i Luften, eftersom de ere forarbejdede i en varm og tør, eller i en kold og fugtig Periode; men, naar man anstiller sammenlignende Forsøg, bør saadanne Forhold ikke spille nogen indgribende Rolle, for saa vidt det kan undgaas.

I Betragtning af hvor farligt Udbulningsfænomenet er, maa det anses for at være af største Vigtighed, at faa Cementen prøvet med Hensyn til denne uheldige Egenskab.

Allerede ved Tilberedningen af Mørtelen kan man faa en værdifuld Oplysning, ved at undersøge, hvor meget Temperaturen stiger i Massen ved Tilsætning af Vandet. Er Temperaturforsøgelsen henvend 7 Grader C., er der Mulighed for, at Cementen vil være tilbøjelig til Udbulning. Ved gode, langsomt hærdnende Cementer er Temperaturstigningen i Reglen kun 1—3 Grader.

Hensætter man Cementmørtel i et Prøveglas, som holdes fyldt med Vand, vil Udbulning af Mørtelen sprænge Glasset.

En god og paalidelig Prøve vil ogsaa have, ved at udstøbe Cementmørtel i et tyndt Lag paa en Glasplade. Viser der sig efter 1 à 1½ Maanedes Forløb fine Ridser i den glatte Flade, er det Tegn paa Tilbøjelighed til Udbulning.

Udkrystallisationen og derved ogsaa Udbulningen fremmes ved Varmens Indvirkning. Man vil derfor hurtigt se Virkningen, naar man holder Prøven i kogende Vand; men selv gode Cementer kunne ikke i længere Tid modstaa det kogende Vands Indflydelse, de ville saa at sige alle sprænges fra hinanden paa Grund af Udkrystallisationens Voldsomhed. Man vil derfor paa denne Maade kun kunne faa et relativt Resultat, ved paa samme Tid at koge Prøvestykker, forarbejdede paa samme Dag af forskellige Cementsorter, og iagttage, hvilket af dem, der længst modstaar Indvirkningen. Men, for at Forholdene skulle være ens, maa Cementen være aflagret i omtrent lige lang Tid. Friskbrændt Cement vil nemlig i den 1ste Maaned efter Brændingen være mest tilbøjelig til Udbulning, senere mister den noget af denne Egenskab, ligesom den ogsaa i andre Retninger tiltager i Godhed. Efter en Aflagring i Tønderne i 3 à 4 Maaneder, vil Cementen have opnaaet sine bedste Egenskaber og største Styrke, forudsat, at Tønderne have været gode og tætte, saa den fugtige Luft og Atmosfærens Kulsyre ikke have kunnet trænge igjennem dem.

Det kan ofte have Betydning at komme til Kundskab om, hvorvidt Hærdningen af Cementen foregaar langsomt eller hurtigt. Som Regel vil den hurtig hærdnende Cement opnaa en mindre endelig Styrke end den langsomt hærdnende, og hvor der ikke er specielle Forhold til Stede, som gjøre det ønskeligt, at Cementen hurtig faar en vis Fasthed og Bindekraft, vil det derfor være rigtigst at anvende langsomt hærdnende Cement. Som Prøve paa dette Forhold er det blevet almindeligt at iagttage, hvor lang Tid der hengaar, inden Cementmørtelen, uden at modtage Indtryk, kan bære en Jærnstift af 2,7  $\mu$ 's Vægt og med kvadratisk Endeflade, hvis Side-linje er  $\frac{2}{3}$ ''''. Indtræder ved ren Cement dette Tidspunkt inden 4 à 5 Minutters Forløb, er Cementen hurtig hærd-

nende; forløber der over 24 Timer, maa det antages, at Cementen lider af væsentlige Fejl.

Ere de oven for nævnte Forhold fundne at være tilfredsstillende, bør der foretages Prøver med Hensyn til den Styrke, som Mørtelen af den foreliggende Cement kan opnaa.

Disse Prøver bør foretages saavel med Hensyn til Modstanden mod Knusning som mod Sønderrivning, og Prøverne bør udstrækkes over mindst 2 Aar, men helst over 4 à 5 Aar, da middelmaadige Cementsorter ofte i 3die 4de og 5te Aar vise en betydelig Tilbagegang i Styrke. I den første Periode, da Cementen undergaar de største Forandringer i Styrkeforholdene, maa Prøverne foretages med kortere Mellemrum end senere. Forsøg anstillede efter 7 Dage, 1 Maaned, 3 Maaneder, ½ Aar, 1 Aar og 2 Aars Forløb maa anses for tilstrækkelige.

Da de forskellige Cementsorter i meget ulige Grad taale Sandtilsætning, bør der anstilles Prøver med Mørtel i forskellige Blandingsforhold. For ikke at faa et altfor stort Antal Prøver, bør man dog indskrænke sig til Forsøg med ren Cement, sammenlignet med følgende Blandinger, hvor C betyder Cement, S Sand: 1C + 3S, 1C + 6S og 1C + 8S, eller i det højeste tage ren Cement, sammenlignet med 1C + 2S, 1C + 4S, 1C + 6S og 1C + 8S, idet man heraf tilstrækkelig vil komme til Kundskab om Cementens Egenskaber. For Sønderrivningsprøven, der ikke spiller saa stor Rolle som Knusningsprøven, kan man nøjes med Undersøgelsen af ren Cement og 1C + 4S's Styrke, og, hvor man har med en Cementsort at gjøre, som i lang Tid har været underkastet Forsøg, kan man for Knusningsprøven indskrænke sig til det samme.

Engländeren Grant og Tyskeren Dr. Michaelis, som have anstillet meget vidtgaaende Forsøg over forskellige Cementers Styrkeforhold, angive begge, at, med Hensyn til Modstandsevnen mod Sønderrivning, vil efter et Aars Forløb Blandingsforholdet:

1C + 1S	have opnaaet 75% af ren Cementmørtels Styrke.
1C + 2S	— — — 50% — — — — —
1C + 3S	— — — 33% — — — — —
1C + 4S	— — — 25% — — — — —
1C + 5S	— — — 16-17% — — — — —

Vi have eksempelvis anstillet Undersøgelser over dette Forhold ved Stettiner Portland Cement fra Fabriken, som styres af Direktør Lossius, og have her fundet som Middelforhold af 12 forskellige Ladninger, leverede i Aarene 1872—74, at 1C + 4S efter 1 Aars Forløb har opnaaet c. 50% af den rene Cementmørtels Styrke, og i Følge Kapitajn Keypers Opgivelse i Industriforeningens Maanedsskrifts 8de Aargang har dette Forhold, ved Prøver foretagne i Aarene 1867—70, endogsaa været som

192:374 eller henved 52%, altsaa i begge Tilfælde betydelig større end oven for angivet; men der maa hertil bemærkes, at den nævnte Cementsort næsten er enestaaende med Hensyn til at kunne taale en stor Sandblanding. Ved andre Cementsorter passe de opgivne Forhold taalelig godt.

Det er en Selvfølge, at Mørtelprøver af samme Blandingsforhold ikke godt kunne være lige stærke, da det ved Fabrikationen vil være saa at sige umuligt, at fjerne alle de tilfældige Forhold, som spille en Rolle med Hensyn til Styrken, dertil er Mørtel et altfor uensartet Stof. Men jo mere Tilfældighederne her komme til at raade, desto mere Anledning er der til at søge at faa saadanne af dem fjærnede, som under Styrkeprøverne kunne have særlig Indflydelse paa Resultaterne, for at disse ikke skulle blive en Ophobning af lutter Tilfældigheder, og det er navnlig herpaa, at Opmærksomheden med et Par Ord skal henledes.

Mørtelprøvernes Form er ingenlunde uden Betydning, og dette gjælder især for Mørtelstenene til Sønderrivningsprøven. Ved Prøver, foretagne her i Landet i en lang Aarrække, har man anvendt Sten af den Form, som er angivet i Fig. 1. Sønderrivningen fandt Sted, idet man anbragte Stenen mellem 2 Bøjler, hvis Hager grebe ind i Indsnittet. Den ene Bøjle var befæstet til et fast Underlag, den anden stod i Forbindelse med den ene Arm af en toarmet Vægtstang, paa hvis anden Arm fandtes en forskydelig Vægt, ved Hjælp af hvilken der kunde



Fig. 1.

udøves et større og større Træk paa Prøvestykket indtil Sønderrivningen indtraadte. Disse Mørtelsten have givet højst ugunstige Resultater, og en af de medvirkende Grunde hertil er indlysende nok, fordi det næsten er umuligt at tildanne den store Mængde Mørtelsten, som udkræves til Prøverne, saa nøjagtig, at begge Bøjlers Hager samtidig komme til at ligge fast an mod Indsnittets Flader. Men gjøre de ikke det, er der blot en af de 4 Hager, som ikke slutter fast til, vil der udøves et skjævt Træk i Mørtelstenen, og Paavirkningen bliver en Kombination af Strækning og Bøjning, hvad der selvfølgelig maa give et daarligt og upaalideligt Resultat for Modstanden mod Sønderrivning.

For kort Tid siden er Mørtelstenenes Form derfor bleven forandret saaledes, at alle Hjørner ere blevne afrundede, medens samtidig Bøjlerne, hvori Stenene indsættes, ere givne en efter disse afpasset Form. Herved er opnaaet, at Stenene selv søge sig en Stilling i Bøjlerne, saa de slutte til disse paa alle Sider. Hvilken Indflydelse, den forandrede Form har havt paa Forsøgsresultaterne, ses bedst af neden staaende Tabel, hvor Resultaterne af 3 Sæt Prøver, udførte med Mørtelsten af begge Former, dannede af samme Tønde Cement, ere opførte. Begge Slags Sten have frembudt et Areal af  $2\frac{1}{4}$  C" for Sønderrivningen.

Cement, leveret fra	Datum	Stenenes Form.	Ren Cement.				1 Cement + 4 Sand.				Anmærkninger.
			5D.	1M.	1½ M.	6M.	5D.	1M.	1½ M.	6M.	
Jordanhütte paa Øen Wollin.	25/9 76	kantede afrundede	73 367	273 524	288 551	392 553	*) *) 34 53	38 59	70 117	*) Stenene gik alle itu ved Indsættelsen i Apparatet.	
do.	10/10 76	kantede, afrundede	91 255	227 364	266 479	236 500	22 46	59 94	72 148	136 236	
Stettiner Portland Cement (Lossius).	10/10 76	kantede afrundede	480 627	608 1019	761 1026	740 1090	47 53	142 199	176 276	212 440	

Prøverne ere foretagne efter 5 Dages, 1, 1½ og 6 Maaneders Forløb, regnet fra det Øjeblik, Stenene vare tildannede, og de til disse Tidspunkter svarende Resultater findes opførte, hvert i sin Kolonne.

De i Tabellen anførte Tal udtrykke i  $\mathcal{H}$  den Vægt, som er i Stand til at overrive Stenene, og hvert Tal er Middeltallet af 10 Prøver, saa der altsaa i alt er udført 240 Prøver med hver Slags Sten. Lægger man alle de i Tabellen opførte Middeltal for hver af de to Stenformer for sig sammen, vil det ses, at de afrundede Mørtelsten have været c. 65% stærkere end de kantede; dog kan dette Forhold ikke fastslaaes, da Prøvernes Antal endnu er for ringe, men de anførte Tal ville dog paa en slaende

Maade vise, hvor stor Betydning Mørtelstenenes Form har.

Et Tværnsnitsareal af  $2\frac{1}{4}$  C" for Sønderrivningsprøven maa anses for at være for stort, idet man i en saa betydelig Mørtelmasse vanskelig kan opnaa at faa den indblandede Luft fjærnet, og der vil derfor danne sig Luftblærer i Massen. Af denne Grund bør man næppe anvende Mørtelsten med større Tværnsnitsareal end 1 C", og Bredden af Stenen maa helst være større end Højden. 9" Højde og 16" Bredden kan vistnok være et passende Forhold.

Mørtelstenene støbes i Metalformer, som maa tillade, at Stenene let udtages uden at forandre Form. En væsentlig Betingelse herfor er først og fremmest, at Formens Sider

ere fuldstændig glatte og blanke, saa at Mørtelen ikke hænger fast ved dem. At anvende lukkede Former, hvor Mørtelstenene presses ud ved Hjælp af et efter Formen afpasset Laag, kan ikke anses for heldigt; man vil paa denne Maade ofte vanskelig faa nogenlunde veldannede og nøjagtige Sten. Hensigtsmæssig synes den af Dr. Michaelis anvendte Form at være (se Fig. 2), der kan aabnes, naar Stenen ikke vil slippe den uden Anvendelse af ydre Kraft.

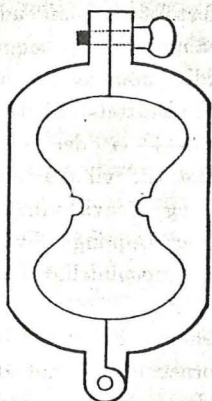


Fig. 2.

At den Fremgangsmaade, som anvendes ved Dannelsen af Prøvestykkerne, spiller en stor Rolle med Hensyn til Styrken, kan efter derover anstillede Forsøg ikke betvivles, og navnlig vil det have stor Indflydelse, om Stenene ere dannede paa et vandsugende eller ikke vandsugende Underlag, og i sidste Tilfælde om der er tilsat

mere eller mindre Vand til Mørtelen. Da det derfor for Sammenligningen af Forsøgsresultater, indvundne paa forskellige Steder, vil være af Vigtighed, at Prøvestykkerne ere dannede paa samme Maade, skal det anbefales, at benytte den af Dr. Michaelis anvendte Fremgangsmaade, som i hans Bog „zur Beurtheilung des Cementes“ beskrives saaledes:

„Paa en udtørret, godt opsugende Gipsplade c. 30<sup>cm.</sup>\*) bred, 50<sup>cm.</sup> lang og 6 à 8<sup>cm.</sup> tyk anbringes, afpasset efter Formens Størrelse, Stykker af ulimet Papir, der ere fuldstændig gennemtrængte af Vand, og paa disse sættes de omhyggelig rensede og vædede Støbeformer. Man tager c. 4 Stkr. paa samme Tid i Arbejde, og fordeler dem saaledes paa Pladen, at man ved hver Form har tilstrækkelig Plads til den fornødne Manipulation. Lidt mere end det til Formens Fyldning nødvendige Kvantum Cement — nemlig 160 til 170 Gram pr. Form — udrøres i en glasseret Lerkrukke med Tud eller i en Skaal med en saa stor Mængde Vand, at der dannes en tynd Dejg; at gjøre den tyndere end af Sirupskonsistens er ikke tilraadeligt, da det ikke er til nogen Nytte, og Gipspladen kun saa meget hurtigere bliver uvirksom. Man fylder Formen ved at hælde Mørtelen i den, og ryster Massen sammen ved svage Slag mod Formens Sider; herved lejrer Cementen sig fast i Formen, desto fastere jo mere skarpkantet dens Struktur er, og paa denne Maade holdes ogsaa de nederste Lag tilstrække-

lig længe flydende og bevægelige til at kunne udfylde Formen skarpt. Efterhaanden som Massen synker sammen, fylder man efter, hvorved det maa iagttages, at den nye Mørtelmængde tilfyldes, medens Massen endnu er svømmende, i hvilket Tilfælde der altid vil finde en fuldkommen Forening Sted. Saasnart Formen er tilbørlig fyldt — der maa gjerne være et lille Overskud — afstryger man det overflødig, venter til Massen ved fornyet Rysten endnu netop er bevægelig og blank af det ovenpaa svømmende Vand, og tager i dette Øjeblik Formen bort, ved under en vibrerende Haandbevægelse at hæve den lodret i Vejret. Der behøves kun ringe Øvelse til paa den angivne Maade at fremstille fuldkomment korrekte Prøvestykker uden øvre Grad o. s. v. Iagttagelsen af det rette Tidspunkt og Egenskaben ved det vandsugende Underlag, at det strax bortfjerner det overflødig Vand, forhindrer enhver Sammensynkning af Mørtelmassen, hvilket ellers altid maatte finde Sted, naar man udførte den samme Operation paa et ikke absorberende Underlag. Fuldkomment blanke og glatte indre Flader i Formen ere nødvendige.

Man er paa denne Maade i Stand til, med 3—4 Former at fremstille 30—40 Prøvestykker i Timen. Hvor længe man lader Prøvestykkerne henstaa paa Gipspladen, er næsten uden Betydning; saa snart nemlig det Øjeblik er indtraadt, da alt det mellem Massedelene frit bevægelige Vand er fjærnet, indtræder en Ligevægtstilstand. Haarrørvirkningen virker imod Underlagets Absorptionskraft.“

Den oven anførte Fremgangsmaade er kun anvendelig til Støbning af Prøvestykker af ren Cement. Ved Dannelsen af Prøvestykker af sandblandet Mørtel vil den bedste Fremgangsmaade være den, at udrøre Mørtelen med den mindst mulige Mængde Vand, og trykke den fast i Formen ved Hjælp af en Ske eller Spatel, hvorefter den overflødig Mørtel bortfjærnes ved at stryge en Kniv eller Lineal langs Formens Overflade. For at udtage Mørtelstenen maa man da i Reglen aabne Formen.

Som oven for angivet, spiller Mængden af det til Mørteltilberedningen anvendte Vand en ikke uvæsentlig Rolle med Hensyn til den Styrke, der opnaas; jo mere Vand, der tilsættes, desto svagere bliver Mørtelen. Det er derfor nødvendigt, at der ved den Mørtel, som anvendes til Prøvestykkerne, stadig bruges det samme Kvantum Vand. En passende Mørtel vil faas ved til Blandingsforholdet:

1 C + 1 S at anvende  $\frac{1}{2}$  Vand,  
 1 C + 2 S — — — — —  $\frac{5}{8}$  —  
 1 C + 3 S — — — — —  $\frac{3}{4}$  —  
 1 C + 4 S — — — — — 1 —

\*) 1<sup>cm.</sup> = 0.03186 = 0.0323.

1 C + 6 S at anvende  $1\frac{1}{2}$  Vand,

1 C + 8 S - — 2 —

For Knusningsprøven vil den mest hensigtsmæssige Form for Prøvestykkerne være Tærningen. Af Hensyn til den store Kraftpaavirkning, som behøves til at knuse en saa haard Masse, som Cement ofte er, kunne Dimensionerne ikke gjøres ret store, og tør næppe overskride en Tomme, naar man ikke skal tvinges til at anvende meget komplicerede og kostbare Apparater, der tilmed ere langsommere at arbejde med.

Hvad Tilvirkningen af Prøvestykkerne angaar, gjælder det samme, som oven for er sagt om Mørtelstenene til Sønderrivningsprøven, men Tærningformen tillader ikke at anvende Former, der ere til at aabne paa samme Maade som Formen for Sønderrivningsprøven, og ved at dele Formen i 2 Stykker, der hvert blev trukket til sin Side, har det ikke været muligt at faa Mørtelprøven til at forblive hel, idet Mørtelens Vedhængning til Formens Sider, som samtidig skal hæves paa hele Prøvens Omkreds, har været for stor, selv naar Formfladerne vare fuldstændig blankt polerede. — At anvende Former, hvor alle Sidefladerne ere til at borttage, har kun givet daarligere Resultater med Hensyn til Tærningernes nøjagtige Form. — Den eneste af de af os forsøgte Fremgangsmaader, der har vist sig god, er at danne gennemgaaende, kubiske Udskæringer i en Metalklods, af samme Størrelse som de ønskede Tærninger, udstøbe dem med Mørtel, anbringe en Metallineal med et Stempel for hver Udskæring saaledes, at Stemplernes Underflade netop berører Mørtelens Overflade uden at hvile paa den, og dernæst ved en Vægtstangsforbindelse hæve Metalklods, som bevæger sig i Kulisser, lodret i Vejret, hvorved Mørteltærningerne ville blive staaende paa Underlaget.

Paa denne Maade har man faaet særdeles nøjagtige Prøvetærninger, baade med Hensyn til Dimensioner og Vinkler. At man ikke kan lægge Vægt nok paa en nøjagtig Form ved Prøvestykkerne til Knusningsprøven, vil vistnok enhver, som har anstillet Knusningsforsøg, have erfaret.

Et Forhold ved Styrkeprøverne mod Knusning, som vistnok ikke altid er blevet tilstrækkelig paaagtet, skal her berøres. Anbringes Mørtelprøven paa et fast Underlag, og paavirkes den af en Vægtstang med plan Underflade, der bringes til at hvile paa en med en lige Ryg forsynet Staalklods, som er anbragt oven paa Prøven, eller har Vægtstangen en saadan Staalryg, der virker paa en flad Staalklods, hvilke Forsøgsmethoder ere de mest anvendte, er det nødvendigt, at Mørtelprøvens øvre og nedre Lejeflade ere fuldstændig parallele, i alt Fald maa de 2 Flader ikke konvergere i en Retning, som er vinkelret paa

Vægtstangens Retning. Er dette nemlig Tilfældet, vil Staalklods, naar Vægtstangen nedlades, saa godt som udelukkende komme til at hvile paa den højstliggende Kant af Prøven, og en successiv Knusning i Stedet for den tilsigtede samtidige vil finde Sted, hvad der selvfølgelig maa give et daarligt Resultat. Det synes derfor mere rationelt, at give Staalryggen en svagt buet Form, eller maaske bedre at ombytte den med en kegleformet Tap, hvorved vil opnaas, at Staalklods under Forsøget kommer til at hvile med sin hele Flade paa Prøven, selv om dennes Lejeflader ikke ere ganske parallele. At Prøvestykker, som ikke have plane Lejeflader, maa udskydes, er indlysende.

For at tilvejebringe den nødvendige Kraftpaavirkning har man Apparater, der næsten altid ere indrettede efter Vægtstangsprincipet, en Form der ogsaa synes at svare godt til Øjemedet, da det er betydelige Variationer i Kraft (fra 0 til c. 5000  $\mathcal{R}$  for Tærninger med 1" Kant), der behøves ved Prøverne, og saadanne Variationer lettest og bekvemmest lade sig frembringe og maale ved en Vægtstang. Det er en stor Mængde Forsøg, der skal foretages, og Apparatet maa virke hurtig. Man er derfor saa godt som udelukkende henvist til at anvende en konstant Vægt, da Anbringelse og Borttagelse af en Mængde forskellige Vægtlodder for hver Prøve vilde være i høj Grad tidsspildende. Forsøgelsen i Kraftpaavirkning frembringes da enten ved at forskyde Vægtloddet langs Vægtstangen, eller ved at ophænge Vægten i Vægtstangens yderste Ende, medens Prøven flyttes nærmere og nærmere til Vægtstangens Omdrejningsaxe. Den sidste Maade maa anses for uheldig, idet det ikke kan undgaas, selv ved en omhyggelig Manipulation af Apparatet, at Prøven udsættes for et Stød for hver Gang Vægtstangen nedlades, og at dens Styrke herved maa svækkes er indlysende, ligesom ogsaa at Spillerummet for tilfældige Paavirkninger bliver meget stort. Vi have saaledes ved et Apparat af denne Konstruktion set, at Middeltallet af Forsøgsresultaterne for 10 Prøver af Blandingen 1C + 4S har været større end for 1C + 3S, et Resultat, der ikke giver megen Tiltro til Apparatets Paalidelighed. Af den anførte Grund bør man derfor vistnok ubetinget forkaste denne Form for Forsøgsapparatet, naar man ikke kan finde en bekvem Maade at faa Prøven flyttet, uden at Vægtstangen hæves.

Den anden Methode, at forskyde Vægten langs Vægtstangen, hvorved Kraftpaavirkningen tiltager ganske jævnt, maa foretrækkes; men der indtræder her forskellige Vanskeligheder med at faa Vægten flyttet paa en hensigtsmæssig Maade, saa at Kraften, der bevirker dens Forskydning, ikke kommer til at influere paa Forsøgs-

resultaterne. Det er nærmest Knusningsprøven her haves for Øje. Anvender man Prøver med 1 □" Grundflade, maa man med Apparatet kunne frembringe indtil 6000  $\mathcal{H}$  Tryk, for at være sikker paa, at selv en Prøve af usædvanlig Styrke kan blive knust; og for ikke at faa Vægtstangen uforholdsmæssig lang, maa man anvende et Vægtlod paa 2—300  $\mathcal{H}$ . En saa tung Vægt kan ikke godt forskydes uden paa Ruller, da man ellers ved den mindste Ansamling af Støv paa de glidende Flader paa Grund af Friktionen vil være udsat for en stødvis Bevægelse. At bevæge den paa Ruller løbende Vægt med Haanden, kan ikke anses for hensigtsmæssigt, thi dels vil Haanden let komme til at udøve et Tryk, der ved at virke paa den lange Vægtstangsarm kan frembringe en betydelig Kraftpaavirkning for Prøven, dels vil Vægten, i det Øjeblik Knusningen indtræder, og Vægtstangens Overflade fra at være vandret bliver hældende, faa en Tendens til Bevægelse, som ikke strax kan modarbejdes, og Af læsningen af Vægtloddets Stilling i Brudøjeblikket kan derved ofte blive usikker. Den sidst nævnte Indvending gjælder ogsaa, naar Talen er om at bevæge Vægten ved en over Valsert Snor, da det ikke vil være let samtidig at holde den paa- og afløbende Del af Snoren stram, saa meget mere som Valserne maa anbringes uafhængig af Apparatet, og derfor ikke kunne følge Vægtstangens Bevægelse.

Et Apparat, der formenes at være frit for de omtalte Mangler, er fremstillet paa Pl. 2. Det er indrettet til saavel Sønderrivnings- som Knusningsprøver, og bestaar af en toarmet Vægtstang, hvis ene Arm er forsynet med en Modvægt *a*, den anden med en Skydevægt *b*. Skydevægten er ophængt i en Løbevogn *c*, hvis to Hjul løbe paa Vægtstangens Overside og holdes paa denne ved 2 fremstaaende Kanter. I Løbevognens Midte er en Udskæring for en Metalklods, som er skrueskaaren paa sin Underflade. Skruegængerne gribe ind i en 1" tyk, dobbeltskaaren Skrue, der er nedlagt i en Fordybning i Vægtstangen og har dennes hele Længde. Skruen befestes i Lejer *f* ved begge Vægtstangens Ender. Naar denne Skrue ved Hjælp af det lille Snorhjul *g*, som er anbragt paa den, lige over Vægtstangens Omdrejningsaxe, sættes i omdrejende Bevægelse, vil den forskyde Løbevognen og dermed Vægtloddet hen ad Vægtstangen  $\frac{1}{2}$ " for hver Omdrejning. Efter hver Prøves Tilendebringelse kan Skydevægten føres rask tilbage med Haanden til sin oprindelige Stilling, idet den skrueskaarne Metalklods hæves ud af Forbindelse med Skruen.

Snorhjulet sættes i Bevægelse ved en Kautschuksnor, der er ført om et andet, udenfor Apparatet anbragt Snorhjul med Sving. Ved at Snorhjulet er anbragt lige

over Vægtstangens Omdrejningsaxe, vil den Kraft, der sætter Hjulet i Bevægelse, og som virker i en Plan, der gaar gennem Axen, ikke influere paa Forsøgsresultaterne.

Vægtstangens Omdrejningsaxe er af Staal, og ender i 2 Tapper, der hvile i Tappelejer. Tapperne ere forsynede med Ryg. Da Ryggen skal vende opad eller nedad, eftersom der foretages Knusnings- eller Sønderrivningsprøver, maa Axen kunne drejes 180° rundt, hvorfor Tappelejerne ere forsynede med Staalringe *i*, hvori Tapperne hvile, og som kunne følge Axens Bevægelser, naar den drejes rundt. For at Omdrejningen kan ske let og samtidig, er der i Brysterne *k* paa Axen og Staalringene dannet en Udskæring, halvt i hvert Bryst, hvori indsættes Torne, saa de 2 Staalringe og Axen drejes som om et samlet Hele. Staar Axen rigtig, holdes den fast i sin Stilling ved en tynd Jærntorn, der indsættes i et gennem Vægtstangen og Axen gaaende Hul.

Skydevægtarmens Underside har i 2 og 8 Tommers Afstand fra Omdrejningsaxen en svagt buet Staalryg eller Staalkegle *l*, der ved Knusningsprøverne hviler paa en Staalklods *m*, som anbringes oven paa Mørtelprøven. Prøven understøttes neden fra af en Jærnkonsol *n*.

Modvægtens Arm har i 4 Tommers Afstand fra Omdrejningsaxen en Staaltap *o*, forsynet med Ryg, paa hvilken en Krog *p*, der bærer den ene Bøjle for Sønderrivningsprøven, er ophængt, medens den anden Bøjle er fastgjort i det Plankegulv, hvorpaa Apparatet er befestet. For at give Mørtelsteinene et mere tætsluttende Leje, ere Bøjlerne udforede med et tyndt Lag Kautschuk.

Skydevægten er forudsat at veje 150  $\mathcal{H}$  og at kunne forøges til 250  $\mathcal{H}$  ved et tilhængt 100  $\mathcal{H}$ s Lod. Naar den 150  $\mathcal{H}$  tunge Skydevægt er ført saa nær til Vægtstangens Omdrejningsaxe som den kan komme, skal Modvægten være indstillet saaledes, at der er Ligevægt.

Den 150  $\mathcal{H}$  tunge Skydevægt er tænkt anvendt ved Sønderrivningsprøven. Der vil med den kunne frembringes Træk af fra 0 til 1800  $\mathcal{H}$ . Til en Forøgelse i Træk af 100  $\mathcal{H}$  svarer en Forskydning af Vægten af  $2\frac{2}{3}$ ". Den samme Skydevægt anvendes ogsaa til Knusningsprøver for svage Cementmørtler, der antages at knuses ved Tryk af indtil 400  $\mathcal{H}$ . Disse Prøver anbringes under Staalryggen, der er 8" fjærnet fra Omdrejningsaxen, og der kan da frembringes Tryk fra 0 til 900  $\mathcal{H}$ . Til en Forøgelse i Tryk af 100  $\mathcal{H}$  svarer en Forskydning af Vægten af  $5\frac{1}{3}$ ". — Den 250  $\mathcal{H}$  tunge Skydevægt anvendes ved Mørtelprøver, der antages at kunne udholde et Tryk af over 400  $\mathcal{H}$ , hvilke Prøver anbringes under den Staalryg, der er 2" fjærnet fra Omdrejningsaxen, og der kan da frembringes Tryk af fra



100 til 6000  $\mathcal{N}$ : Til en Forøgelse i Tryk af 100  $\mathcal{N}$  svarer en Forskydning af Vægten af 0,8".

Vægtstangen kan enten være inddelt med to Skalaer for Knusningsprøverne paa den ene Side og med en for Sønderrivningsprøven paa den anden, saa man umiddelbart kan aflæse den Kraftpaavirkning, der er udøvet, eller den kan have blot en Inddeling i Tommer og en Linjeinddeling paa Siden af Løbevognen; efter Vægtloddets Stilling findes da Kraftpaavirkningen ved Hjælp af dertil beregnede Tabeller.

Anbringelsesstedet for Knusningsprøverne i 8" Afstand fra Omdrejningsaxen er medtaget, for, om ønskes, at kunne faa de mindre Tryk nøjagtigere bestemt, hvad der for de svagere Mørtelprøvers Vedkommende maa anses for hensigtsmæssigt, men derimod ikke spiller nogen væsentlig Rolle ved de stærkere Prøver; om man her aflæser 10  $\mathcal{N}$  mere eller mindre, er i Forhold til de store Tal temmelig ligegyldigt.

De Fordele, der skulle være opnaaede ved det beskrevne Apparat, ere

- 1) At de tilfældige Forhold, som kunne paavirke Forsøgsresultaterne, ere indskrænkede saa meget som mulig, idet Kraftpaavirkningen tiltager ganske jævnt, indtil Brud indtræder, og muligt tilstedeværende smaa Uregelmæssigheder i Mørtelprøvernes Form ikke komme til at influere paa Resultaterne.
- 2) At Prøverne foretages under samme Forhold, selv om det er forskellige Folk, som anstille Forsøgene.
- 3) At begge Slags Prøver kunne foretages med det samme Apparat.
- 4) At det vil være hurtigt at arbejde med, og at én Mand med Lethed vil kunne haandtere det.

Mod det om Styrkeprøverne oven for anførte vil der maaske blive bemærket, at det er ligegyldigt, om Forsøgene ere anstillede mere eller mindre rationelt, naar blot Forholdene ere ens ved alle Forsøgsrækker, da det, man tilsigter ved Forsøgene, egentlig kun er sammenlignende Resultater for forskellige Cementsorter eller Cement af forskellige Blandinger, hvorimod det ikke har videre Betydning at erfare Cementens virkelige Styrke, da man i saa Henseende alligevel ikke tør slutte fra de smaa, omhyggelig udførte Prøvers Styrke til Forholdene i det store, naar Cementen er anvendt i Bygningsværket. Vi skulle hertil svare, at, saafremt man kan anstille Forsøgene i hundredevis, hvortil der dog ikke altid er Lejlighed, ville de tilfældige Forhold, som influere paa Resultaterne selvfølgelig udjævnes, og det relative Forhold mellem de forskellige Cementsorter bliver tilstrækkelig nøjagtigt bestemt; men at man, hvis man blot ved passende Former for Mørtelprøverne og et godt Forsøgsapparat

kan faa Halvdelen af Fejlene fjærnede, vil kunne nøjes med halvt saa mange Prøver for at komme til et lige saa paalideligt Resultat, og man sparer da en ikke ubetydelig Udgift til Materiale og Arbejdskraft. Da tilmed de foreslaaede Former for Mørtelprøverne ikke ere vanskeligere at fremstille, og det foreslaaede Apparat i ingen Henseender er omstændeligere eller besværligere at arbejde med end de nu benyttede, mangelfulde Apparater, men endogsaa udkræver mindre Arbejdskraft, og formentlig tillige arbejder hurtigere, synes der ingen Grund at være til ikke at anstille Forsøgene under de nævnte, gunstigere Forhold.

Et væsentligt Hensyn, som maa tages, er, at der bør stræbes hen imod at gjøre Fremgangsmaaden for Undersøgelserne ensartet, for at de ved forskellige Byggearbejder indvundne Resultater kunne sammenlignes indbyrdes. Men, for at alle skulle kunne slutte sig til en saadan Forsøgsmethode, maa den være rationel. Den Fordel, der vil opnaas ved lidt efter lidt at kunne samle ensartede Resultater for alle de forskellige Cementsorter, behøver næppe at nævnes. Som Forsøgene nu anstilles, have de ikke synderlig Værdi uden for vedkommende, der har foretaget dem, hvorfor Resultaterne i Reglen heller ikke blive offentliggjorte.

Formaalet med oven staaende har været at medvirke til, at Landets Ingeniører lidt mere end hidtil arbejde Haand i Haand, saa at den enes Undersøgelser paa dette Omraade, som visselig ikke er uden Betydning, kunne supplere den andens, og at man ikke stadig skal tvinges til at begynde forfra.

Efter at ovenstaaende Afhandling var skrevet, er et Exemplar af Regler for en ensartet Undersøgelse af Cement, vedtagne af forskellige tyske Ingeniør- og Arkitektforeninger kommet os i Hænde. For Fuldstændighedens Skyld skulle de deri anførte Bestemmelser meddeles her, idet dog den dermed følgende Motivering er udeladt, da det paa det nærmeste kun vilde være en Gjentakelse af, hvad oven for er sagt.

Bestemmelserne ere følgende:

I.  
Vægten af Tønderne og Sækkene, i hvilke Portland-Cementen bliver bragt i Handelen, skal være ensformig. Fabrikkerne skulle kun pakke Normaltønder af 180 Kgr. Brutto og 170 Kgr. Netto, halve Tønder af 90 Kgr. Brutto og 83 Kgr. Netto og Sække af 60 Kgr. Brutto-Vægt.

Spild og tilfældige Unøjagtigheder i Vægten af indtil 3% tages ikke i Betragtning.

Tønderne og Sækkene skulle bære det betræffende Firmas Mærke og en Angivelse af Brutto-Vægten.

## II.

Efter den forskjellige Anvendelse forlanges enten hurtig eller langsomt hærdnende Cement. I de fleste Tilfælde kan man anvende langsomt hærdnende Cement, som maa gives Fortrinet paa Grund af dens lettere og paaalideligere Forarbejdelse og dens større Styrke.

Som langsomt hærdnende Cement betragtes den, der først størkner efter Forløb af en halv Time eller derover.

## III.

Portland-Cement maa ikke bulne ud.

Som afgjørende Prøve herpaa skal gjælde, at en tynd, paa en Glasplade eller en Tagsten udstøbt Kage af ren Cement, selv efter længere Tids Opbevaring i Vand, ikke maa vise nogen som helst Krumning eller Kantrevner.

## IV.

Portland-Cementen skal være malet saa fin, at en Prøve af den i det højeste lader 25% blive tilbage paa en Sigte med 900 Masker pr.  $\square^{\text{cm.}}$ \*)

## V.

Portland-Cementens Styrke skal bestemmes ved Undersøgelse af en Blanding af Cement og Sand. Prøven skal foretages med Hensyn til Modstanden mod Sønderrivning, og efter en ensartet Methode med Prøvestykker af samme Form og samme Tværnsnitsareal og med samme Slags Sønderrivningsapparat.

Sønderrivningsprøven skal foretages med Prøvestykker med 5  $\square^{\text{cm.}}$  Areal i Brudfladen.

Disse Prøvestykker skulle dannes i de af Frühling, Michaelis & Ko. i Berlin konstruerede Former, og prøves i det af samme Firma konstruerede Sønderrivningsapparat med toarmet Vægtstang og 50-dobbelt Omsætning.

## VI.

God Portland-Cement skal ved Prøven med 3 Vægtdele rent, skarpt Sand og 1 Vægtedel Cement efter 28 Dages Hærdning — 1 Dag i Luften og 27 Dage under Vand — have en Minimumsmodstand mod Sønderrivning af 8 Kgr. pr.  $\square^{\text{cm.}}$

Det Normalsand med bestemt Kornstørrelse, der skal anvendes til Prøvestykkerne, erholdes ved at sigte det i Naturen forekommende Sand gennem en Sigte med 60 Masker pr.  $\square^{\text{cm.}}$ , hvorved de groveste Dele udskilles,

\*) 1  $\square^{\text{cm.}}$  = 0.0010152  $\square'$  = 0.1462  $\square''$ .

og fra det saaledes erholdte Sand at bortfjerne de fineste Bestanddele ved en Sigte med 120 Masker pr.  $\square^{\text{cm.}}$

Prøvestykkerne maa prøves strax efter at være tagne op af Vandet.

Ved hurtig hærdnende Cement kan man ikke fordre en Modstand af 8 Kgr. pr.  $\square^{\text{cm.}}$  efter 28 Dages Forløb.

Til disse Bestemmelser slutter sig en anden om, hvorledes Prøvestykkerne skulle forfærdiges.

Man lægger paa en til Forfærdigelsen af Prøverne tjenende Metal- eller Marmorplade 5 Stykker ulimet Papir, gjennemtrængte med Vand, og anbringer paa dem 5 i Forvejen godt rensede og med Vand vædede Former. Man afvejer 250 Grm. Cement og 750 Grm. tørt Normal-sand, som blandes omhyggelig i en Skaal. Herefter til-sætter man 110 Kub. $^{\text{cm.}}$ \*) Vand, og gjennemarbejder den hele Masse saa længe med en Spatel, til den har faaet et ensartet Udseende. Man faar paa denne Maade en særdeles stiv Mørtel, som ligner frisk opgravet, fugtig Jord, og netop lader sig forme i Haanden. Med denne Mørtel fyldes Formerne; man trykker ved Hjælp af Spatelen Mørtelen i Formerne, først svagt og derefter stærkere, indtil Formerne ere tæt og fast fyldte. Med en Kniv afstryger man derpaa, hvad der staar frem over Formerne, og glatter Overfladen. Derefter sætter man de fyldte Former paa en Gipsplade, og aftager Formen ved med en vibrerende Haandbevægelse at hæve den lodret i Vejret. Man kan ogsaa lade Prøvestykkerne hærdne i Formen, og udtage dem ved at løsne Skruen.

Disse Bestemmelser og de deri nævnte Prøver, som maa anses for tilstrækkelige ved mindre Byggearbejder, naar man har med en bekjendt Cementsort at gjøre, anbefales til Efterlevelse, idet vi dog tilføie nogle supple-rende Bemærkninger til Bestemmelserne V. og VI.

I Motiveringen til V. angives, at Grunden til, at det foreslaas kun at anstille Sønderrivningsforsøg, skjønt det indrømmes, at Knusningsforsøg have større Betydning, er den, at Knusningsprøven er saa vanskelig at foretage. Efter de Erfaringer, som ere indhøstede her til Lands, kunne vi ikke indse denne Indvendings Be-grundelse. Naar man kun ikke anvender altfor store Dimensjoner for Prøvestykkerne, foretages Knusnings-prøven lige saa let og simpelt som Sønderrivningsprøven. Der er derfor ingen Grund til at give Afkald paa den.

Formerne til Forfærdigelsen af Prøvestykkerne ere de samme, som ere omtalte og anbefalede i Afhandlingen (se Pag. 20).

Frühling, Michaelis & Ko.'s Apparat til Sønderrivningsprøven bestaar af en toarmet Vægtstang, til hvis

\*) 1 Kub. $^{\text{cm.}}$  = 0.00003235 Kub.' $^{\text{cm.}}$  = 0.05589 Kub.''

ene Arm er ophængt en Bøjle til Omfatning af Prøvestykket, medens den anden Bøjle er befæstet til Apparats Underlag. Paa den anden Vægtstangsarms yderste Ende er ophængt et cylindrisk Kar. Ved lidt efter lidt at hælde Vand i dette forøges Kraftpaavirkningen for Prøven indtil Brud indtræder. Den tilførte Vandmængde og derved Vægten aflæses paa et paa Beholderens Side anbragt, inddelt Glasrør.

I Stedet for Vand kan man ogsaa bruge Sand eller Hagl, hvis Vægt aflæses ved Hjælp af en Fjedervægt.

Principet for dette og det af os foreslaaede Apparat er saa fuldstændig ens, idet Kraftpaavirkningen ved begge tiltager jævnt fra Nul til Brudbelastningen, at man vistnok vil opnaa samme Resultater, enten man anvender det ene eller det andet; men vi formene, at det første ikke tilsteder fuldt saa nøjagtig en Aflæsning som det sidst nævnte, og til Knusningsforsøg kan det slet ikke anvendes; med rimelige Dimensioner for Vægtstangen kunde det blive nødvendigt at anvende en Tønde Vand til hvert Forsøg.

Da Erfaringen har vist, at det til Cementmørtelen anvendte Sands Beskaffenhed har stor Indflydelse paa Styrkeforholdene, skal det anbefales, at anvende det i VI foreslaaede Normalsand, som desuden bør udvaskes tilbørlig inden Brugen.

Kun at anstille Prøver med Blandingsforholdet  $1C + 3S$  synes at være meget utilfredsstillende. Forskellige Cementsorter ville meget godt kunne give samme Resultat ved Styrkeprøverne med det nævnte Blandingsforhold, og dog vil en kunne være fuldstændig ubrugelig ved Blandingsforholdene  $1C + 6S$  og  $1C + 8S$ , som der ofte kan være Anledning til at anvende f. Ex. i Fundamenter, medens en anden kan give særdeles tilfredsstillende Resultater. For at komme til fuldstændig Kundskab om en Cements Egenskaber, bør man derfor medoptage Undersøgelserne med Hensyn til disse 2 Blandingsforhold og ligeledes for ren Cement.

At undersøge stærkt sandblandede Mørtlers Styrke ved Sønderrivningsprøven, lader sig kun vanskelig udføre, da Mørtelstenenes ringe Styrke ofte lægger praktiske Hindringer i Vejen for deres Anbringelse i Prøveapparatet. Ved Knusningsprøven finder dette ikke Sted, hvad der turde være en yderligere Grund til ikke at give Afkald paa den.

At prøve Cementen efter Vægtforhold, saa længe man i Praxis kun anvender Rumforhold, og ikke med nogen Rimelighed vil komme til at anvende Vægtforhold, af Hensyn til at Sandets større eller mindre Fugtighedsgrad kan bevirke temmelig store Variationer i Vægten, synes ikke at være ganske hensigtsmæssigt. Men for at

kunne anstille Sammenligninger med de i Ulandet indvundne Resultater, bør man for Blandingsforholdet  $1C + 3S$  følge denne Fremgangsmaade ved Sønderrivningsprøven.

Sluttelig skulle vi endnu kun i Korthed gjentage de tidligere fremsførte Forslag til Styrkeprøvernes Udførelse med enkelte Tillempelser efter de i Tyskland vedtagne Bestemmelser, som maa antages at blive almindelig gjældende der.

- 1) Der anstilles saavel Knusnings- som Sønderrivningsprøver.

Sønderrivningsprøven foretages med Mørtelsten af ren Cement og Blandingsforholdet  $1C + 3S$ , regnet saavel efter Vægt- som Rumforhold.

Stenene dannes i Frühling, Michaelis & Ko.'s Form — med et Tværsnitsareal for Sønderrivningen af  $5 \text{ cm}^2$ . — for ren Cements Vedkommende paa en Glasplade efter den af Dr. Michaelis angivne Maade (se Pag. 20), for  $1C + 3S$  paa den under Bestemmelserne angivne Maade (se Pag. 25).

Prøvestykkerne opbevares i Vand efter at have henstaaet en Dag i Luften.

- 2) Knusningsprøven anstilles med Tærninger af ren Cement og Blandingsforholdene  $1C + 3S$ ,  $1C + 6S$  og  $1C + 8S$  efter Rumforhold.

Af Hensyn til Ensformigheden i de anvendte Maal, faa Tærningernes Kanter hver en Længde af  $2,5 \text{ cm}$ .

De sandblandede Tærninger dannes paa samme Maade som Mørtelstenene af  $1C + 3S$  til Sønderrivningsprøven, Tærningerne af ren Cement ligesom Stenene af ren Cement.

Tærningerne af ren Cement og  $1C + 3S$  opbevares i Vand efter at have henstaaet en Dag i Luften. Tærningerne af  $1C + 6S$  og  $1C + 8S$ , som ikke taale at opbevares under Vand, hensættes strax efter Forarbejdelsen i et Rum, hvor Luften holdes mættet med Vanddamp.

- 3) Til Prøvestykkerne anvendes det angivne Normalsand.

Prøverne foretages efter 7 Dage, 28 Dage, 3, 6 og 12 Maaneder og senere efter Forløbet af hvert Aar, saa vidt man vil udstrække Forsøgene.

- 4) Til Prøverne anvendes et Apparat med jævnt tiltagende Kraftpaavirkning fra Nul til Brudbelastningen.

Forsøgsresultaterne angives i Kilogram pr.  $\text{cm}^2$  af Prøvestykkets paavirkede Areal.

Anvender man den her foreslaaede Methode for Prøverne, vil man faa en saa fuldstændig og paalidelig Angivelse af Styrkeforholdene som nødvendig,

og der vil være skaffet Forbindelse mellem de her og i Tyskland indvundne Resultater.

Ved Udarbejdelsen af oven staaende er til Supplering af egne Iagttagelser benyttet:

John Grant: On the strength of cement (London 1875).

W. Michaelis: Zur Beurtheilung des Cementes (Berlin 1876).

H. Zwick: Jahrbuch über die Leistungen und Fort-

schritte auf dem Gebiete der praktischen Bauwerke (1873—76).

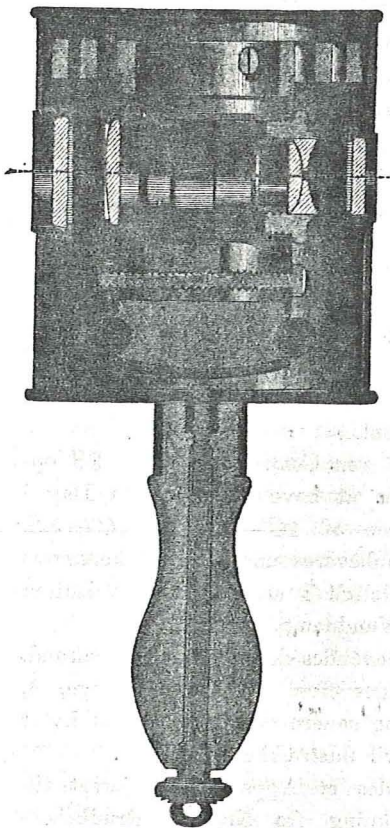
Rud. Biedermann: Deutsche Töpfer- und Ziegler-Zeitung (8te Jahrg. 1877, S. 46—53).

G. A. Hagemann: Om den Indflydelse, som Finhedsgraden har paa Cementens Værdi (Tidsskrift for Physik og Chemi 15de Aargang 1876. S. 123).

Chr. Keyper: Prøver med Portland-Cement, foretagne ved Kjøbenhavns Søbefæstning (Industriforeningens Maanedsskrift, 8de Aargang 1873. S. 125).

## Haandinstrument til Nivellering og Vinkelmaaling.

I Zeitschrift für Bauwesen 1877, Hæfte VIII—X, findes en kort Beskrivelse af et af Bygmester Bohne i Charlottenburg opfundet Haand-Niveller- og Vinkelinstrument, som paa Grund af



sin Anvendelighed ved mindre Maalinger, der hurtig skulle udføres og ikke fordrer den største Nøjagtighed, fortjener at omtales. Instrumentet, hvoraf hosstaaende Tegning fremstiller et lodret Snit i naturlig Størrelse, vejer med Etui c. 300 Gram (60 Kvint) og bestaar af en c.  $5\frac{1}{2}$  cm. (c.  $2\frac{1}{10}$ ) høj,  $4\frac{1}{3}$  cm. ( $1\frac{1}{12}$ ) vid Cylinder, som udvendig er forsynet med to parallele Planglas, hvorigjennem man kan sigte. Indvendig er det egentlige Sigteinstrument anbragt; det bestaar af en lille terrestrisk Kikkert af  $28^{\text{mm}}$  ( $1\frac{1}{17}$ ) Længde, som i et  $22\frac{1}{2}^{\circ}$  vidt Synsfelt viser nære og fjærne Gjenstande lige tydelig uden Forskydning af Okularet, samt af et i Kikkerten anbragt Glasmikrometer med Linjekors, hvis lodrette Streg er delt i 40 Dele paa  $\frac{1}{4}$  mm hver, og som viser sig forstørret gjennem det paa en ejendommelig Maade konstruerede Okular. Dette er nemlig sammensat af to Linser, en plankonvex og en bikonkav, hvilken sidste er forsynet med en fin Gjenboring i Centrum, saa at Øjet, naar det holdes midt for Aabningen, ser det forstørrede Mikrometer gjennem den som Lupe virkende plankonvexe Linse, samtidig med at det opfanger Billedet af den terrestriske Gjenstand ved Hjælp af hele Kikkerten. For nær- eller fjærnsynede Øjne kan

i Stedet for Okular-Planglasset indsættes et efter vedkomendes Syn afpasset Glas, eller der maa bruges Brillor.

Kikkerten er ved en Kardansk Ophængning fastgjort til Instrumentets Dækplade, og Haandtaget forsynet med en Stoppeskrue, hvorved man kan moderere Kikkertens Bevægelser. Ved Nivelleringen anbringes Instrumentet paa en c.  $1,5^{\text{m}}$  (c.  $4\frac{1}{2}$ ) lang Stok, som for oven er forsynet med et Hul eller en Hylse for Haandtaget. Bruges en Nivellerstang, hvis Inddelinger ere afvekslende sorte og hvide, skal Instrumentet kunne benyttes paa 60—80<sup>m</sup> (200—250') Afstand med en Nøjagtighed af 1 cm. ( $0''$ ).

De matematiske Forhold, vedrørende Instrumentets Anvendelse til Vinkelmaaling, ere angivne i Etuiets Laag. Kikkerten er indrettet saaledes, at Overkanten af Mikrometers 1ste, 2den . . . 20de Inddeling over den vandrette Midtlinje angiver Stigninger eller Fald paa  $\frac{1}{100}$ ,  $\frac{1}{200}$  . . .  $\frac{1}{2000}$ , hvortil svarer Højde- eller Dybdevinkler, hvis Tangenser ere henholdsvis 0,01, 0,02 . . . 0,2; tilnærmelsesvis ere

Vinklerne  $\left(\frac{n \cdot 34}{60}\right)^{\circ} = \left(\frac{n}{2} + \frac{n}{15}\right)^{\circ}$ , hvor n er den anvendte Inddelingsstreg, f. Ex.

til n = 1 svarer en Vinkel paa	$\frac{17^{\circ}}{30} = 0^{\circ} 34'$
- n = 10 — — — — —	c. $\frac{17^{\circ}}{3} = 5^{\circ} 40'$ , nøjagtig $5^{\circ} 43'$
- n = 20 — — — — —	c. $\frac{34^{\circ}}{3} = 11^{\circ} 20'$ , — $11^{\circ} 19'$

Ved central Fastskruning af det indre Apparat kan man tillige maale Vinkler, som ligge i hvilke som helst Planer, naar de ikke ere større end  $22\frac{1}{2}^{\circ}$ ; større Vinkler maa deles paa passende Maade.

Instrumentet lader sig fremdeles anvende som Distance-maal; aflæses nemlig paa Nivellerstangen det Maal H, som afskæres af Sigtelinjerne gjennem to paa hinanden følgende eller to hvilke som helst Mikrometerinddelinger, er Afstanden

til Stangen  $100 H$  eller  $\frac{100}{n} H$ , naar n er det Antal Indde-

linger, som ligge mellem de anvendte Streger. Ligeledes kan Instrumentet benyttes til Maaling af Højden eller Dybden af et terrestrisk Punkt, f. Ex. Spidsen af et Taarn, idet det søgte

Maal er  $\frac{A \cdot n}{100}$ , naar A er den vandrette Afstand til Terrængjenstanden og n det Antal Inddelinger, som ligge mellem Sigtelinjerne til Foden og Toppen af Gjenstanden.

Endelig kan Mikrometers lodrette Linje anvendes til Aflodning ved Bygningsarbejder eller lign., ligesom Inddelingerne kunne lette Tegneren Optagelsen af perspektiviske Fremstillinger. T.