

Forelæsninger over materiallære holdt på den Polytekniske Lærestalt af
F.V.F.A. Øllgaard, s. 1 - 196

J. Jonas (red.)

Lærebøger

-

1904

Dette dokument udgør en del af et større dokument, der af hensyn til downloadtiden er opdelt i ét eller flere særskilte dokumenter. De(n) øvrige del(e) af dokumentet kan hentes i biblioteket på danskbyggeskik.dk og findes via søgefunktionen hertil.

Foerlesninger
over

Materialloere

holdt paa den polytekniske Loeeranstaalt
af

F. V. F. A. Ollgaard

2^{den} Udgave

H. Jonas

Trykt som Manuskript 1899.

2^{de} Optræk 1904.

København.

Trykt hos Philipsen & Co.

3 Kommission hos

Carl. Gjellerup.

1904

	<u>Indhold</u>	Side	1
Indledning			
<u>Metallerne</u>			
Allm. Egenskaber			3
Jern og Staal			6
Fremstillingen af de forskellige Sorter Jern og Staal			8
Træk- og Trykprøver			21
Prøvestykkets Form, Indspænding og Udmaaling			35
Bøjnings- og Bøjelighedsprøver			50
Prøvemaskiner			56
Slagprøver			72
Jernet som Handelsvare, Eversmitsformer			78
Det smedelige Jerns Egenskaber			88
a) Struktur (Køprøver)			88
b) Vægtfylde og Tæthed			92
c) Haardhed og Hærdelighed			92
d) Smedelighed og Svejtelighed			96
e) Styrkeegenskaberne			102
Det smedelige Jerns Anvendelse og Frøining			118
Støbejern			132
Jernets Ruster og Midlerne derimod			145
Kobber og andre Metaller			156
Legeringernes Egenskaber			161
Broncer			165
Kobber-Zinklegeringer			168
Hvidt Metal			170
Temperaturens Indflydelse paa Styrkeforholdene			171

Træ

Træets (Veddet) Bygning og Beskaffenhed	174
Veddet's Egenskaber som Bygningsmateriale	182
De forskellige Træsarter og deres Anvendelser	196
Veddet's Tykt og Fædelæggelse	201
Midler mod Svind og Udbildning samt Midler til Træets Bevarelse	210

Træet som Handelsvare	221
-----------------------	-----

Naturlige Sten

Beskrivelser af de vigtigste naturlige Sten	229
De naturlige Stens Egenskaber og Prøving	239

Kunstige StenI Brændte Sten

Rammematerialet og dets Forberedning	250
Formning, Tørring og Brænding	255
De forskellige Arter Tegsten, dens Prøving og Bedømmelse	266

II Ubrændte StenMörtelmaterialier

Luftmörtler	282
Hydratisk Mørtel	300
Hydratisk Kalk	307
Romcement	312
Slagcement	313
Sorblandcement	315
Prøving af Sorblandcement	325
Sorblandcements Egenskaber	343
Sorblandcements Anvendelser	354
Danske Undersøgelser over indenlandsk Cement	370

Beton

378

1
Indledning.

Under Materiallæren skal behandles de Bygningsmaterialer, der almindelig finder Anvendelse under Bygnings- og Maskinvæsenet. Herunder hører Jern og Staal, Kobber og andre Metaller, der finde teknisk Anvendelse. Endvidere Træ, naturlige og kunstige Sten, samt de forskellige Mørtelmaterialier, som Kalk og Cement. Der skal omtales, hvortil disse Bygningsmaterialer indvindes, hvorledes de anvendes, og de Egenskaber hos dem, der have særlig Betydning for deres tekniske Anvendelse, samt hvorledes man prøver dem for at forvisse sig om, at de ere i Besiddelse af de Egenskaber, der maa fordras af dem af Hensyn til deres Anvendelse.

En meget stor Del af den stærke Udvikling paa Teknikkens Omraade i vore Dage maa tilskrives de forbedrede Bygningsmaterialer, man har forstaaet at fremstille, og man har ikke alene lært at fremstille bedre Materialer; men man har ogsaa fundet Metoder til at fremstille store Mængder deraf paa billig Maade. Der kan saaledes henvises til den moderne Staalproduktion, til Cementfabrikationen, o. s. v. Samtidig med den stærke Udvikling af Produktionen af Bygningsmaterialerne har man maattet søge Midler til at føre Kontrol med dem. Mellem Forbrugeren og Fabrikanten sluttes jo som Regel en Kontrakt om Leveringen af vedkommende Bygningsmateriale, saasom om en Skinneliverance eller en Cementleverance eller lign.,

og i en saadan Kontrakt maa specificeres saa nøje som muligt de Egenskaber, det paagældende Materiale skal have af Hensyn til den særlige Anvendelse, der skal gøres deraf. Man har derfor udarbejdet Prøvemethoder for de forskellige Materialer, saaledes at disse forinden deres Anvendelse underkastes forud vedtagne Prøver for at forvisse sig om, at de opfylder de særlige Fordringer, deres senere Anvendelse fordrer.

Saa vel de større Fabriker eller Værker som de større Forbrugere have derfor i Reglen nu til Dags særlige Materialprøveanstalter, og i de fleste Lande har Statsmyndighederne ogsaa taget sig af denne Sag ved Oprettelsen af mekaniske Prøveanstalter, dels til Støtte for Landets Bygningsvæsen og dels til Fremme af videnskabelige Undersøgelser af Bygningsmaterialerne. Helt nyere findes en saadan Statsprøveanstalt - oprettet ved Danske Ingeniørforenings Initiativ - desuden have mange offentlige Institutioner, saasom Orlogsværftet, Statsbanerne, m. fl. Materialprøvemaskiner, særlig til Prøving af Jern og Staal.

For at kunne sammenligne de Resultater, hvortil en Prøveanstalt kommer, med dem, hvortil en anden kommer, er det nødvendigt, at der vedtages internationale Regler for, hvorledes Prøverne i de enkelte Tilfælde skulle udføres, og hvorledes de dertil anvendte Apparater skulle være beskaffne. Til dette Ojemed er der stiftet et internationalt Forbund, der fra Tid til anden af-

holder Kongresser til Vedtagelse af saadanne enmerkede Prøvemethoder.

Metallerne

De vigtigste Metaller, der komme til Anvendelse i Bygnings- og Maskinvæsenet, ere Jern, Kobber, Bly, Tin, Zink og Aluminium, der enten benyttes hver for sig eller sammenblandede i bestemte Forhold, som Legeringer. Desuden kan nævnes Nikkel, der væsentlig bruges til Overhæk af andre Metaller, Kviksølv, der særlig finder Anvendelse til Maaleapparater, og endelig Visumth og Antimon, der hovedsagelig anvendes i Legeringer.

Metallernes særlige tekniske Egenskaber kan inddeles i:

1) de mekaniske Egenskaber, der særligt gøre sig gældende ved de mekaniske Paavirkninger, Materialet udsættes for ved dets Anvendelse som Bygningseltment. Herunder hører Styrke, Elasticitet, Haardhed, Seighed m. fl. Ved Styrke forstås Evne til at yde Modstand mod ydre Kræfter, som Træk, Stød, Slid o. s. v. Man maa som Regel forlange af en Maskindel f. Ex., at den ved de Paavirkninger, den er udsat for, kun forandrer sin Form i umærkelig Grad, saaledes at der derved ikke finder nogen Forskyd-

ning Sted af Maskineriets enkelte Dele. Nu eksisterer der jo ikke absolut faste Legemer; man maa altsaa forlange, at der allerede ved umærkelig smaa Formforandringer optaar indre Træfter i dem, der kunne holde Ligevægt mod de virkende ydre Træfter. — Af andre Maskindele, som Fjedre, forlanger man, at de skulde være elastiske, det vil si ge, kunne optage en vis Arbejds mængde i sig, idet de undergaa en Formforandring, der atter forsvinder med Ophøret af den ydre Kraft, der har foranlediget den. Af næsten alle Bygningsmaterialier fordres samtidigt Elasticitet og Styrke. De stærkeste Metaller ere Jern og Staal, derefter kommer Kobber, medens Styrken af Zink, Tin og Bly kun er ringe.

Af Metallerne fordres ofte en vis Grad af Haardhed. Jo haardere det er, desto mindre slides det som Regel (Tæppe, Krydshoveder og lign). Et haardt Legeme modstaar bedre Indtrængen af et fremmed Legeme (Ful og Metal), end et blødt. Naar et Legeme kan undergaa en betydelig Formforandring inden det brydes, kaldes det seigt, f. Ex blødt Staal og Kobber; undergaar det derimod kun en ringe Formforandring, kaldes det skørt, f. Ex Støbejern. Da Paavirkningerne ofte optræde hurtigt eller stødvis, og de seige Legemer modstaa saadanne Paavirkninger bedre end de skøre, der derved springe itu som Glas, saa er Seighed som Regel en værdifuld Egenskab ved et Bygningsmateriale.

2) de teknologiske Egenskaber, der særlig gøre sig gældende ved Materialets Forarbejdelse til den for Gennemdet bestemte Form. Saaledes kunne Metallerne i mere eller mindre Grad hamres eller valsas ud i tynde Plader (Hammerbarhed). For at et Metal skal være hammerbart, skal det paa en Gang være blødt og stærkt. Smedejern, der er meget stærkt, er kun meget lidt hammerbart ved alm. Temperatur, fordi det er for haardt, ved høj Temperatur bliver det derimod blødt og let at behandle, d: det er smedeligt. Metallerne kunne ligeledes trækkes i Traad (Trækkelighed), en Egenskab, der ogsaa afhænger af dets Blødhed og dets Styrke mod Snderriining, men navnlig af den sidste, for at det kan taale Træktest under Traadtrækningen. Under teknologiske Egenskaber høre ligeledes Smeltelighed, Støbelighed, Svejselighed, Hærdelighed o. s. v.

3) de fysiske Egenskaber. Herunder hører f. Ex Evnen til at kunne lede Varme og Elektricitet, der spiller en stor Rolle, naar Metallerne anvendes til Opvarmings- eller elektriske Anlæg. Endvidere Vægtfylde og Tæthed, idet der ved Vægtfylden af Materialet bør forståas Vægtfylden af det stof, hvorpå det bestaar, altsaa af det absolut tætte Materiale uden Løser eller Hulrum. Saadanne findes ofte ved Metaller, der ere indvundne eller forarbejdede i flydende Form, idet de optaar ved Massens Sammentrækning, under Afkølingen. Et utæt eller porøst Legeme har altsaa mindre Vægtfylde

end det Stof, hvoraf det bestaar. - Metallerne have ofte en forskellig Struktur eller indre Bygning, der kan ses paa Brudfladerne, og man skelner i saa Henseende mellem kornet, senet, bladet, krystallinsk Struktur, m. fl.

4) de kemiske Egenskaber, som forandre sig med Materialets kemiske Sammensætning, og mange tekniske Egenskaber afhænger heraf. Den kemiske Sammensætning betinger ogsaa Materialets Forhold over for talrige kemiske Paavirkninger, som Modstandsdygtighed over for Angreb af Syrer, Luft, Fugtighed m. m.

Jern og Staal

Jern anvendes aldrig kemisk rent, men blandet med andre Grundstoffer som Silicium og Mangan og i Særlighed Kulstof, der har en væsentlig Indflydelse paa dets Egenskaber. Efter sit Kulstofindhold kan det inddeles i to store Hovedgrupper, nemlig:

1) Raajern og Støbjern med over 2,5% Kulstof, der ere let støbelige, men ikke smedelige. Raajern er Produktet, som det udvindes af Malmen ved Nedsmeltning i Højovne. Støbjern er det omsmeltede og i Forme udstøbte Raajern.

2) Smedeligt Jern (Pøjsjern og Staal) med

mindre end 1,5% Kulstof, der er smedeligt og mere seigt og smidigt end Støbjernet, men for øvrigt har forskellige Egenskaber efter dets Sammensætning og Oprindelse.

Raajernet danner Grundlaget for al Jerntilvirkning, der dels bestaar i en Forædling af Raajernet ved Fjernelse af de Stoffer, der virke mod de Egenskaber, der tilsigtes, eller ved Tilførsning af andre, der give Jernet de Egenskaber, der ønskes, dels endelig ved en mekanisk Behandling af Jernet. I den sidste Halvdel af forrige Aarhundrede har Jernindustrien taget et vægtigt Opsving derved, at der er fremkommet nye Metoder til dets Tilvirkning eller Forædling, der paa en Gang gør det muligt at fremstille det forholdsvis billigt og at give det de Egenskaber, der gøres ønskelige af Hensyn til dets mangeartede tekniske Anvendelser. Da Fremstillingsmaaden spiller en stor Rolle i Henseende til Jernets Egenskaber som Bygningsmateriale skal der her gives en kort Oversigt over Fremstillingen af de forskellige Sorter Jern og Staal, maattet denne nærmere behandles i Teknologien.

Fremstillingen af de forskellige
Sorter Jern og Staal.

Jernmalmen afpilles med Kul i meget store, cirkulære Schaktove - Højovne - under Til sætning af slaggedannende Stoffer, det saakaldte Tilslag, der bestaar af Kalk ved kiselhydrerige og Kiselhydrer ved kalkrige Malme. Som Brændsel anvendes almindeligvis Binders, i trærige Lande Trækul. Almindelige Kul ere ikke rene nok; men der anvendes dog stundom Anthracitkul. Igen- nem Højovnens "Gilet" kastes de med Tilslag blandede Malme i afvejlende Lag med Brændselet. I Ovnen nederste Del "Stellet" indblæses stærkt spændt og i Reglen opkedet Luft; derved forbrænder det nederste Brændsel til Kulsyre, som i de højere glødende Brændselslag igen afpilles til Kulilte, der er det væsentlige Reduktionsmiddel. Den forener sig nemlig med Malmens Felt til Kulsyre, medens Jernet udskilles som usmeltet Metalsvamp, der, idet det synker ned gennem Ovnen, forener sig med Kulstof til smelteligt Kulstoffjern, - Raajern, der samler sig i Bunden af Stellet, bedækket med et Lag af smeltet Slagge, der beskytter det mod Filtning af Blæseluften. Slaggen løber stadigt ud af en Sideaabning forneden paa Ovnen, medens Raajernet af og til tappes ud forneden og udstøbes i Barrer i aabne Rander i Formsand. En saadan Højovn kan producere ca. 100 Tons Raajern daglig og kan holdes i uafbrudt Gang i flere Aar. Giletgassen, der indeholder ca. 25% Kulilte, an-

vendes til Forvarmning af Blæseluften i en Art Regenera- torer. Slaggen anvendes efter at være størket og vønderdelt ofte som Skærver under Jernbanespor, eller man granulere den ved at lade den løbe ud i rindende Vand. til Slaggesand, der kan anvendes til kunstige Sten eller Mørtel. Den saakaldte Slaggeuld faas ved at lede en Vamp- straaale eller Luftstrøm i den flydende Højovnslagge.

I Højovnen optager Jernet fra Brændselet, Mal- mene eller Tilslaget forneden Kulstof forskellige fremmede Bestandele i større eller mindre Mængder, saasom Silici- um, Mangan, Fosfor og Svovl, der alle spille deres særlige Rolle, og ringe Fudblandinger af disse særlige Stoffer kan gøre Jernet ubrugeligt. Navntlig ere Fosfor og Svovl Jernets værste Fjender og ere samtidigt de Stoffer, der vanske- ligt fjernes ved den senere Forædling af Raajernet, medens Udskillelsen af Mangan og Silicium derimod sker meget let.

Eftersom Raajernet indeholder Kulstoffet i kemisk bunden Form eller for Størstedelen udskilt som Grafit, skelner man mellem hvidt og graat Raajern:

Det hvide Raajern, der har et hvidt Brud, er overordentlig haardt, smelter ved ca. 1050° og er mindre let flydende end det graa Raajern og egner sig af disse Grundre ikke til Støberbrug. Det har sjældent over 3½% Kulstof. Det hvideste Raajern er Spejlgjærnet med ca. 5% Kulstof og ca. 10% Mangan, og Ferronanganet med end-

nå mere Kulstof og 30 à 50% Mangan, der begge anvendes som Tilsetninger ved Indvindingen af Staal.

Det graa Raajern har et graat Brud, hvilket skyldes den udskilte Grafite. Det smelter ved ca. 1200°; er tyndflydende i smeltet Tilstand og udvider sig i Størkningsojeblikket, hvorfor det egner sig godt til Støberbrug, da det desuden er blødere og mindre skørt end det hvide Raajern.

Mangan begunstiger Optagelsen af kemisk bundet Kulstof og vanskeliggør Udskillelsen af Grafite, danner altsaa hvidt Raajern. Det modsatte er Tilfældet med Silicium, der tvinger Kulstoffet til ved Størkningen at udskille sig som Grafite.

Det saakaldte halvrede Jern staar paa Overgangen mellem graat og hvidt Jern.

Efter det Brændsel, der har været anvendt ved Fremstillingen kan man ogsaa skelne mellem Trækuls-Raajern, der udmærker sig ved Renhed og Styrke f. Ex. det svenske Trækulsjern, og Rokerjern.

Smedeligt Jern.

Det smedelige Jern, s: Svejsejern og Staal fremstilles nuiblandts næsten udelukkende ved en Afkøling af Raajern. Tilvirkningen sker paa to grundforskellige Maader nemlig:

1) enten som Svejsejern og Svejsestaal, der udvindes i deggagtig Tilstand ved en Temperatur under Massen Smeltepunktet

2) eller det fremstilles i flydende Tilstand, som Bessemerstaal eller Martinstaal, og alt smedeligt Jern fremstillet i flydende Tilstand kaldes nu almindeligvis Staal.

Svejsejern og Svejsestaal fremstilles af Raajern ved Indling, sjældnere ved Herdfriskning. Sidstnævnte Metode anvendes dog meget i Sverige, og da der dertil benyttes Trækul, kan derved faas et meget rent og seigt Svejsejern. Ved Indling stables ca 300 Kgr. Raajern paa Herden af en Flammeovn, der forinden er bedækket med jærntveiltbeholdige Slagger, Hammerkøl og lign., og derpaa smeltes Jernet hurtigt ned ved Flamme fra Stenkul, der stryger hen derover. Gennem et Hul i Døren midt for Herden røres der om i Massen med lange Jernstænger med ombøjet Ende. Ved Felten i Slaggen og Flammens Endhold af atmosfærisk Luft brændes Kulstoffet i Jernet bort. Dette bliver derved tykflydende og antager tilsidst en deggagtig Beskaffenhed, idet Svejsejernets Smeltepunkt ligger ved omtrent 1500° C. Massen skydes sammen med Brækstænger i Klumper, de saakaldte Lopper, af Vægt omkring 40 Kgr., der altsaa ere vorbløde Klumper af kulstoffattigt, tungsmelteligt Jern. Siliciummet i Raajernet iltes ligeledes til Kiseloyre, der gaar over i

Slaggen, der ligeledes optager iltet Mangæn og Jern. En Pudling varer ca 2 Timer.

Supperne indeholde en stor Mængde Slagge, hvorfor de efter Udtagningen af Dønen sammenpresses under en Damphammer, hvorved en stor Del af Slaggen presses ud, hvorefter Blokkene vales ud til raa Stænger, de saakaldte Raaskinner. Jernet i disse er dog endnu saa utæt og gennemtrukket af Slagge, at det maa yderligere bearbejdes, hvilket sker ved at hugge dem i Stykker, der stables sammen i firkanterede Pakker, sammeholdte med Jerntråd, der opvarmes til Svejshede, svejses sammen under Damphammeren og vales ud i Stænger. Ved en saadan gentagen Behandling forbedres Jernet, og Antallet af Operationer retter sig efter den Brug, der skal gøres af Jernet, og hver Gang forbedres Jernet i Styrke, Ensartethed og senet Struktur (Englændernes best-best og best-best-best Jern). Idet Slaggen uddrives mellem Jerndelene, nærmer disse til hinanden og sammensvejes, og under Valserne forlænges Kornene; men Jernet bibeholder dog sin fibrede eller lamelagtige Karakter, som er en Følge af dets Oprindelse og Grunden til dets karakteristiske Egenskaber. Man kan dog pudle baade paa Sene og paa Finkorn, det sidste ved at begunstige alle de Omstændigheder, der lette Uddrivelsen af Slaggen. Ved Pudling paa Finkornsjern, drives Afkulningen ikke saa vidt, og Raajernet maa være saa frit som muligt for Fosfor og Svovl og være mangaurigt. Der

kan ogsaa ved Pudling fremstilles Staal, der man hørdue og opnaa stor Haardhed, det saakaldte Puddelstaal. — Mellem det kulstoffatige senede Svejsejern med under 0,1% Kulstof og Svejsestaal med f. Ex 1% Kulstof staar altsaa det saakaldte Finkornsjern med ca 0,3% Kulstof.

Af det rene bløde Puddeljern kan fremstilles Staal med udmærkede Egenskaber ved Tilsetning af Kulstof til Jernet, den saakaldte Cementering. Tidligere fremstilledes det meste Staal paa denne Maade; men da Metoden er dyrere end den, der nu kendes, anvendes den ikke saa meget mere, men foretrakkes dog endnu til Staal, som skal være særlig godt f. Ex Værktøjstaal. Ved Cementeringen pakkes tynde Stænger af rent og blødt Svejsejern mellem Trækulspulver tæt sammen i store Lerkasser, og det hele holdes glødende i en ca 14 Dage. Kulstoffet trænger efterhaanden fra Overfladen ind i det indre af Stængerne og omdanner Jernet til det saakaldte Blørestaal, idet dets Overflade er bløret af udskilt Kulilt. Det indvundne Cementstaal eller Svejsestaal forbedres nu enten ved en Raffinering eller ved en Omsmeltning. Ved Raffineringen brækkes Stængerne i Stykker, sammensvejes og udsmedes, hvorved Kulstoffet fordeles mere ensformigt, og Slaggen uddrives. Derved faas det saakaldte Garvestaal, der udmærker sig ved let at lade sig svejse til Stål af samme Art og til

almindeligt Spejsejern, og da det taaler en højere Temperatur end de fleste andre Staalarter, bruges det hyppigst til Forstaaling af Værktøj. Ved Omsmeltning i lukkede Diger af Bærestaalet faas det saakaldte Digelstaal, der forøvrigt ogsaa tilvirkes paa andre Maader, og som hører til de fortrinligste Staalarter, der anvendes til det stærkeste og bedste Værktøj, Fjedre og lign.

Staal. Indtil for ca. 40-50 Aar siden kendte man kun de foranstaaende Jernsorter, og der var da et skarpt Skel mellem "Staal" og "Smedejern". Det sidste brugtes til Smedeburg, det første til Værktøj, fordi det ved Hærdning kunde gøres haardt. Hærdeligheden dannede altsaa den typiske Forakel mellem "Staal" og "Smedejernet". Omkring 1855 opkom den saakaldte Bessemerproces, der senere omkring 1865 efterfulgtes af Martinprocessen, og ved begge Metoder indvindes smedeligt Jern i flydende Tilstand og med lignende finkornet Struktur som det tidligere Staal. Ved disse Fabrikationsmetoders Udvikling kunde der efterhaanden fremstilles et Materiale, der enten kunde være haardt og hærdeligt i Lighed med det tidligere Staal, eller blødt, strækkeligt og svejseligt, altsaa nærmest lignende Smedejernet. I Tyskland kaldte man derfor det nye Materiale for henholdsvis Fluss-eisen og Flussstahl, medens man i England og Frankrig kaldte alt det flydende Tilstand ind-

vundne smedelige Jern for Staal (Bessemer-Staal, Martin-Staal o. s. v.). Den samme Betegnelse er antaget af det af "Dansk Ingeniørforening" i 1893 udsatte "Jernudvalg".

Ved de nyere Metoder for Tilvirkning af smedeligt Jern fremstilles Staal ved Afkulning af Raajern og udstøbes vedblivende flydende i firkantede, pyramidale eller kiltløbende Blokke, "Kokiller", som danne Grundlaget for den videre Behandling ved Valsning eller Smedning. Undertiden udstøbes det dog strax i rigtig Form som Brugsgenstande, det saakaldte Staalstøbegods.

Ved Bessemerprocessen gennemblæses smeltet Raajern med Luft i en pæreformet Konverter. Derved brænder det meste Kulstof i Jernet bort, men ogsaa for andre Stoffer som Mangan og Silicium er dette Tilfældet, og navnlig foranlediger Feltningen af Siliciummet en saa stærk Varmeutvikling, at Jernet kan holdes flydende tilhods for, at det tilsidst bestaar af kulstoffattigt smedeligt Jern. Det anvendte Raajern bør derfor være meget siliciumrigt Raajern. Der kan produceres i en Charge ca. 10 Tons i 20 à 30 Minutter, altsaa en stor Masse Staal i kort Tid. I Reglen afkøler man Jernet saa meget som muligt og tilsætter ved Processens Slutning en vis Mængde Spejsejern eller Ferro-

mangan for at forøge Kulstofholdigheden saa meget som det ønskes samtidig med, at Manganen tjener til at gøre det jernforilte uskadeligt, der er dannet ved Blæsningen og opløst af Staalet. Saa Grund af Processens hurtige Forløb opnaas paa denne Maade en mere bestemt Kulstofholdighed og deraf følgende Egenskaber hos Staalet end ved direkte Afkulning til en bestemt Grad.

Ved den oprindelige Bessemerproces anvendes en surr Føring af Konverteren, nemlig et kiselrigt Materiale som malet Sandsten og ildfast Ler, og da de kiselhydrerige Slagger ikke optage Fosforet blev dette tilbage i Staalet og gjorde det koldskørt. Til Processen maatte altsaa anvendes rene fosforfri Malme; men de allerfleste Malme er saa fosforholdige, at de ikke kunne anvendes ved den "sure Proces", hvorimod det er lykkedes at gøre dem anvendelige ved den saakaldte Thomas-Proces (1878) eller den "basiske Proces". Ved denne anvendes en basisk Føring (Dolomit med Jære som Bindemiddel) samtidig med et Tilslag af (ca. 15%) brændt Kalk. Kalken i Slaggen optager Fosforet og gør den derved saa værdifuld, at den kan sælges som Gødning - Thomaslagge-, da den indeholder en ikke Mængde fosfor sur Kalk. Ved Thomasprocessen er det Fosforet, der er Varmekilden under Blæsningen og der maa afkøles

fuldstændigt, da Fosforet først da brændes fuldt bort, og derpaa tilsættes Ferrumangan og Spejlgern. For ikke at indføre for meget Mangan i Staalet har man ved Darbysprocessen (1889) udført Tilbagekølningen med Cinderspulver, der falder i Shaalen af smeltet Staal ved Udhældningen af Konverteren. Det kan da ikke mere befrygtes, at Fosforsyre reduceres, og Fosforet vender tilbage i Staalet.

Ved Siemens-Martinprocessen eller Martinprocessen fremstilles Staalet ved at medsmelte Raagerne i en Flammeovn og dertil sætte alt Slags Affald af smedeligt Jern og undertiden nogle iltrige Malme. Processen fordrer høj Temperatur, der skaffes ved Forbrænding af Generaborgas i en Siemens Regenerativovn. Princippet i denne Ovn er at udnytte Varmen fra Forbrændingsprodukterne til Forvarmning af Gassen og den Luft, der behøves til Gassens Forbrænding. Ogsaa her skelnes mellem en sur og basisk Proces med et Tilslag af brændt Kalk. I hver Charge kan behandles indtil 40 Tons, og Processen varer 5 à 8 Timer, altsaa betydeligt længere end Konverterprocessen, hvorfor Processens Gang lettere beherskes, ligesom der er bedre Tid til at udtage Prober. Martinstålet besidder derfor større Eus-

artethed og benyttes af denne Grund overvejende til Genstande, hvor den tilladelige Variation i Egenskaberne ligger inden for snævre Grænser.

Enhver Art af Raastaal kan forbedres ved Omsmeltning i Digler af ildfast Ler (med Grafittilsætning), hvorved Staalet bliver mere homogent. Derved faas det saakaldte Digelstaal. Det fineste Digelstaal faas af bedste Cementstaal, men til Fremstilling af Digelstaal anvendes ogsaa andre Staalearter, Sneyestaal, Martinstaal, m. m. Diglerne anbringes i en Siemens Regenerativflammeovn med Gasfyring, og Staalet udstøbes enten i Kokiller eller direkte som Bruggenstande i Forme af ildfast Ler. Undertiden tilsættes Aluminium for at undgaa Blæren i Staalet, eller der tilsættes Krom, Wolfram eller Nikkel for at faa Staal af stor Haardhed eller Styrke til Værktøjsbrug, Kanon-skærme og lign. Paa Grund af Omsmeltningen og Bekostningen ved Diglerne bliver Digelstaal naturligvis et forholdsvis dyrt Metal.

Udstøbning af Staalet. Staalet udstøbes som alt nævnt som oftest i Blokke, - Kokiller - der tildannes videre ved Smedning og Valsning, men undertiden ogsaa i sin endelige Form som Bruggenstande, det saakaldte Staalstøbegods.

Staalet i Kokillerne er ikke en saa homo-

gen Masse, som der maaske var Grund til at antage, da det hidrører fra udsmettet Metal; thi det indeholder i Reglen dels Blæren og Hulrum, hidrørende fra Luftarter, der enten kunne være opløste deri eller dannes ved kemiske Virkninger (navnlig Kulilte), dels dannes der sig ved Staalets langsomme Afkøling i Blokken, navnlig i dennes Fudre, Metal med forskellig Kulstofholdighed og deraf følgende forskellige Egenskaber, saaledes, at det sidst størkede Metal i Blokkens Fudre har et større Fudhold af Kulstof end det gennemsnitlige af Kokillen. - Blærerne i Kokillen findes navnlig langs Væggene og i størst Mængde i dens øverste Del, og i Blokkens Midte kan findes en Fulthed hidrørende fra Svindel ved Afkølingen. Ved Blokkens senere Behandling ved Valsning, hvorved Materialet dels faar sin endelige Form og dels forædles, plattuykkes Blærerne, uden at Materialet om den sammensvejes. Man søger at modvirke Blæredannelsen, dels ved Tilsætning af Ferrumangan, hvorved Kulilteudviklingen hæmmes, ogsaa ved Tilsætning af Ferrasilicium og Aluminium, dels ved særlige Forholdsregler under Udstøbningen som Anvendelse af Vådloved, stigende Støbning eller Størkning under hydraulisk Tryk af 600 Atm., ogsaa ved at støbe større Blokke, der størkne langsommere og derfor lettere lade udviklet Luft undslippe. - Bessemerstalet vil som Regel indeholde

flere Blærer end Martinstaålet paa Grund af den sammenpressede Blæseluft ved Fremstillingen, og derfor finder ogsaa Martinstaålet en langt større Anvendelse end Bessemerstaålet til Staalstøbegods, der jo ikke senere forvædles ved Flamring eller Valsning. Nigelskælet giver endnu mindre Anledning til Dannelsen af Blærer end Martinstaålet.

Staalfabrikationen har været i stadig Opving i de sidste 40 Aar, siden Bessemer opfandt sin Metode til Massefremstilling af Staal. Det er navnlig de forenede Stater i Nordamerika, Storbritannien og Tyskland, der ere de førende i Staalfabrikationen. For Tysklands Vedkommende daterer Opvinget sig navnlig fra Thomasmetodens Fremkomst til Anvendelsen af fosforholdigt Raajern. I 1896 produceredes saaledes i Tyskland

i 32 Bessemerkonvertere	ca 0,4	Millioner Tons Staal	} 3,4 Mill. Tons
i 70 Thomas — — —	3,0	— — —	
i 45 sure Martinovne	0,2	— — —	} 1,5 Mill. Tons
i 147 basiske — — —	1,3	— — —	
	og 1,0	— — —	Svejsejern

I England produceredes samme Aar:

ca 1,2	Millioner Tons Svejsejern
— 1,8	— — — Konverterjern
— 2,3	— — — Martinjern
<u>5,3</u>	— — —

I Sverrig var i 1897 af 34 Bessemerkonvertere kun de 3 basiske og af 47 Martinovne kun de 13 basiske.

Træk- og Trykprøver.

Paavirket et langt, primært Legeme af Jern eller Staal af to lige store og modsatte Kræfter P parallelle med Aksen, saaledes at Kraften fordeles sig ensformigt over Legemets Tværsnit, saa vil:

Legemets Længde l forøges i Retning af Aksen til l_1 ; $l_1 - l = \Delta l$,

Legemets Tværsnit formindskes fra Areal f til f_1 .

De indre virkende Kræfter i hvert Tværsnit kaldes Spændinger og beregnes pr. Arealenhed i $\frac{P}{f}$ pr. \square eller Kgr pr. cm^2 eller $(\frac{1}{100})^2$, betegnes ogsaa undertiden i Atmosfærer, idet 1 Kgr. pr. cm^2 meget nær er lig 1 Atm. Naar Stangens Tværsnit er ens, og P ligeligt fordelt over begge Enderne, bliver altsaa altsaa Spændingen $p = \frac{P}{f}$. Ved Materialprøvningen angives Længdeforøgelsen i Reglen i Procenter af den oprin-

delige Længde

$$s = \frac{\lambda}{l} \cdot 100 = \left(\frac{L}{l} - 1 \right) \cdot 100$$

og ligeledes Tvoersnitforminskelsen

$$q = 100 \left(1 - \frac{L}{l} \right)$$

For de fleste Jernmaterialier vil Forlængelserne være proportionale med Belastningerne, naar disse ikke naa ud over en vis Grænse, Proportionalitetsgrænsen (P-Grænsen), der for Svejsjern ligger ved ca. 16 Kgr pr. $(\frac{mm}{m})^2$, for blødt Staal ved ca. 22 Kgr. Indenfor P-Grænsen er altsaa Spændingen = Konstant \times Forlængelsen pr. Længdeenhed

$$p = \frac{E s}{l} = \frac{E \lambda}{l}$$

hvor E er den saakaldte Elasticitetskoefficient = den Kraft i Kgr pr. cm^2 , der vilde fordoble Stangens Længde, dersom Proportionalitets-loven gjaldt for saa stor en Forlængelse, eller E er Kraften i Kgr. pr. cm^2 ved eller under P-Grænsen divideret med den tilsvarende Forlængelse pr. Længdeenhed.

En Stang, 1^m lang, belastet med 1000 Kgr pr. cm^2 forlænger sig i Følge Forsøg (Considere), naar den er af

Svejsjern 0,00048 til 0,00052 Meter

Staal 0,00044 — 0,00048 —

hvorefter altsaa Elasticitetskoefficienten i Middeltal

bliver:

$$\text{for Svejsjern } \frac{E}{\sigma} = \frac{1000}{0,0005} = \text{ca. } 2000000 \text{ Kgr./cm}^2$$

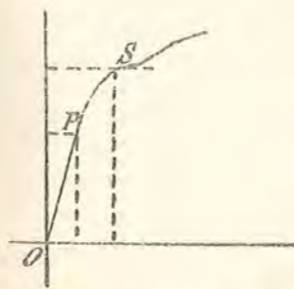
$$\text{for Staal } \frac{E}{\sigma} = \frac{1000}{0,00046} = \text{ca. } 2170000 \text{ —}$$

Stangens hele Forlængelse ved P-Grænsen vil være meget lille, nemlig i Følge ovenstaaende:

$$\text{for Svejsjern} = \text{ca. } \frac{1600}{2000000} = \text{ca. } \frac{1}{1250}$$

$$\text{for Staal} = \text{ca. } \frac{2200}{2170000} = \text{ca. } \frac{1}{1000}$$

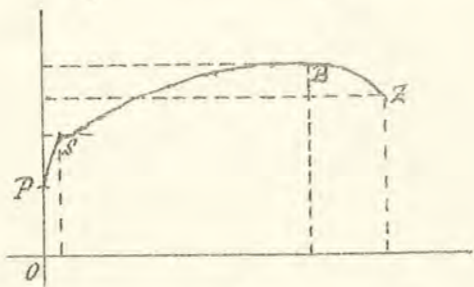
Over Spændingen ud over P-Grænsen, vokser Forlængelsen i stærkere Forhold end Kraften. Forholdet anskueliggøres bedst grafisk, idet Spændingerne sættes som Ordinater, de tilsvarende Forlængelser som Abscissen; paa denne Maade findes forskellige Punkter af Strækkurven. Inden for P-Grænsen (P i Fig.) er Strækkurven en ret Linie; derudover forlænger Stangen sig forholdsvis stærkere, og Strækkurven bøjer derfor bort fra den rette Linie i en jævn Krumning indtil et Punkt S, hvor Forlængelsen pludselig vokser meget stærkt, Stangen strækker sig synligt uden nogen Tilvæxt eller kun for en meget ubetydelig Tilvæxt i Kraften. Punktet S kaldes Strækgrænsen eller Flydegrænsen (Vige-grænsen), der kan defineres som den Belastning, ud over hvilken Legemets Forlængelse begynder at tiltage i langt stærkere Grad end Belast-



ning, ud over hvilken Legemets Forlængelse begynder at tiltage i langt stærkere Grad end Belast-

vingen. Under P -Grænsen maa Forlængelsen af-
settes i meget stor Maalestok for at give et tydeligt
grafisk Billede.

Forøges Belastningen ud over P -Grænsen
væger Forlængelsen i stigende Forhold samtidig med,
at Tværsnittet aftager ensformigt over hele Længden.
Ved B naar Spændingen sin højeste Værdi, Brudgræn-

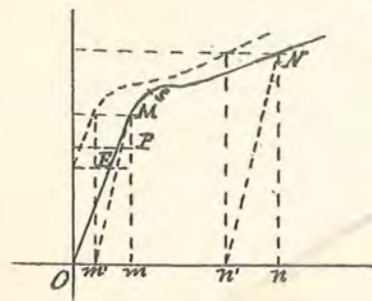


sen, som angiver den største Vægt Legemet kan bære.
Paa et enkelt Sted af dette sker pludselig en Indsnæv-
ring, naar Kraften har naaet sit Maximum i B , paa
den indsnævrede Stækning væger Forlængelsen stærkt,
samtidigt med at Kraften, der fordres til yderlige For-
længelse aftager, indtil der sker et Brud ved Z , og Le-
gemet sprænges, hvor den lokale Sammentrækning be-
gynder. Ved Z har Legemet altsaa udtømt sin Udvi-
delsesevne, og det brydes ved en ringere Kraft, end det
har båret ved B . Punktet Z kan sjældent bestem-
mes nøjagtigt. Ved Legemets Brudgrænse forstås altid
den største Ordinat til Strækningen (B). Brudgræn-
sen angives som en Kraft pr. Arealenhed og altid

i Forhold til det oprindelige Tværsnit, ikke til det ind-
snævrede, Styrken er altsaa

$$= \frac{\text{Maximumbelastningen}}{\text{Det oprindelige Tværsnit}}$$

Aflaster man under Forsøget Legemet, saa
vil dette forkortes noget; hvormeget afhænger af Størrel-
sen af den Paavirkning, det har været udsat for. Har
denne kun været ringe, vender det tilbage til sin op-
rindelige Stikkelse, viser sig altsaa som fuldkomment
elastisk. Ophæves Belastningen ved stedse højere Spæn-
dinger, saa vil fra et vist Punkt, Elasticitetsgrænsen,
Legemet ophøre med at antage sin oprindelige Stikkelse,
det har faaet en blivende Forlængelse. Den aller-
største Del af Formforandringen bliver varig. Forholdet
kan fremstilles grafisk, som i Fig, hvor ξ betegner
Elasticitetsgrænsen eller den højeste Belastning, ved
hvis Ophævelse Legemet endnu viser sig fuldkom-



ment elastisk, \therefore trækker sig helt
sammen til sin oprindelige
Længde. Naar Spændingen naar
udover ξ som til Punkterne
 M og N , finder man ved Af-
lastningen, at Forlængelsen

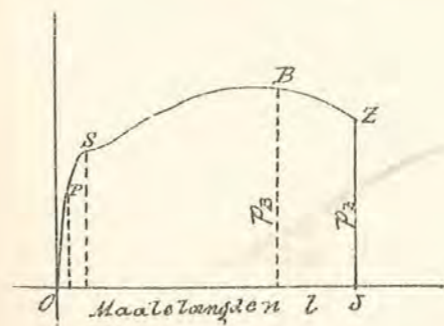
$0-m$ kun gaar tilbage til
 $0-m'$. Af den hele Forlængelse $0-m$ er $0-m'$ den bliven-
de Forlængelse, $m-m'$ den elastiske eller spændi-

ge Forlængelse. Forholdet kan fremstilles grafisk ved den punkterede Linie paa Figuren, der altsaa for enhver Spænding angiver Legemets elastiske og blivende Forlængelse. Baaede ved vokende og aftagende Paavirkning hængaar der nogen Tid inden Legemet kommer i Ro, (elastisk Eftervirkning).

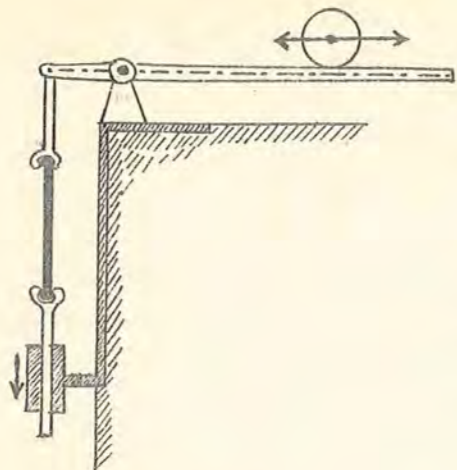
Da de elastiske Forlængelser ere meget smaa, vil Bestemmelsen af Elasticitetsgrænsens Beliggenhed komme til at afhænge af den Nøjagtighed, hvormed MaaLINGerne udføres. Den franske Kommission for Materialprøver har bestemt E -Grænsen saaledes, at indenfor den skal Prøvestykket, naar Kraften ophører at virke, i løbet af højt 15 Minutter gaa tilbage til sin oprindelige Længde ($= 200 \frac{mm}{1000}$) paa en $\frac{1}{1000} \frac{mm}{m}$ nær. Herefter vil E - og F -Grænsen falde meget nær sammen for alle bløde Metaller, hvorimod Elasticitetsgrænsen for de haarde eller hærdede Metaller vil ligge højere end F -Grænsen. Den nøjagtige Bestemmelse af F -Grænsen er naturligvis ligeledes afhængig af MaaLINGens Nøjagtighed. F -Grænsen maa ikke forveksles med Flydegrænsen; den første kræver ret fine MaaLINGer til dens Bestemmelse, medens F -Grænsen kan karakteriseres ved, at Forlængelserne ved den naar en saadan Størrelse, at de kunne maales uden Hjælp af Præcisionsinstrumenter. Ved Søvejern og blødt Staal vil Flyde-

grænsen som Regel være stærkt udtalt; for de haardere Staalarter viser Strækturen allerede en mere kontinuerlig krummet Overgang, saa at Flydegrænsen kan blive temmelig ubestemt, og for de haardeste Staalarter findes der ingen Flydegrænse. Elasticitetskoefficienten er derimod temmeligt uafhængig af Jernets eller Staalets Haardhed og saa godt som uafhængig af Bearbejdelsen.

Til Bedømmelse af et foreliggende Materiale af Jern eller Staal udføres almindeligt Troekprøver paa et Prøvestykke, udskaaret deraf og tildannet efter visse foreskrevne Regler, der senere skulle nærmere omtales. Prøvestykket indspændes i en Prøvemaskine, hvori det udsættes for en gradvis og jævnt vokende Kraft, indtil det sprænges. Til at karakterisere Materialets Kvalitet benyttes Brudbelastningen p_B udtrykt i Kgr pr. $(\frac{mm}{cm})^2$ eller cm^2 , Forlængelsen ved Bruddet udtrykt i Procent af den oprindelige Længde (MaaLængden), og undertiden Kontraktionen eller Tværsnitformindskelsen af Brudfladen, ligeledes udtrykt i Procent af det oprindelige Tværsnit. Undertiden føjes hertil Opgivelse af F - og F' -



cent af den oprindelige Længde (MaaLængden), og undertiden Kontraktionen eller Tværsnitformindskelsen af Brudfladen, ligeledes udtrykt i Procent af det oprindelige Tværsnit. Undertiden føjes hertil Opgivelse af F - og F' -



Grænserne.

Brudgrænser maa-
les altsaa ved den største
Ordinat i Strækkurven,
(henført til Stangens op-
rindelige Tværsnit), og det
er jo ogsaa den Kraft, der
vilde bringe Stangen til
Brud, naar den frit kan
forlænge sig videre; thi

paa Grund af den samtidig indtrædende Fudsnoring
bliver den Kraft, der behøves for at bringe Stangen til
Brud, stadigt mindre. p_2 er et Maal for Materialets Styk-
ke. p_2 kan sjældent bestemmes nøjagtigt og har heller
ingen praktisk Betydning.

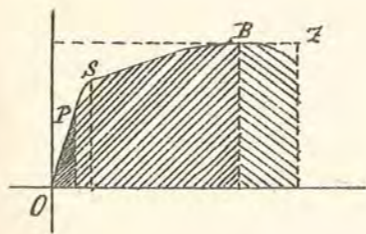
Den procentvise Forlængelse δ er et Maal
for Materialets Leighed; thi den er et Maal for Stør-
relsen af den Formforandring, man kan give Ma-
terialet udover Elasticitetsgrænsen, og indtil Brud
sker (Modsatning til skørt). δ 's Størrelse er noget af-
hængig af Prøvelegemets Længde (Maalelængden),
hvorom senere. Det kunde synes rigtigere at bestemme
Materialets Godhed efter Forlængelsen ved Brudgræn-
sen; dette bruges dog ikke, fordi denne Forlængelse er
meget vanskelig at bestemme nøjagtigt; thi ved Brud-
grænsen falder Strækkurven ofte paa en lang Strækning

temmelig nær sammen med Tangenten i Kur-
vens Maximumspunkt. Den blivende Formforan-
dring sker paa den Maade ved tørre Legemer, at
disses Volumen temmelig nær forbliver konstant.

Kontraktionen er der tidligere blevet
tillagt stor Betydning til Bedømmelse af Materia-
lets Leighed; men senere Erfaringer og Forsøg ha-
ve vist, at den i saa Henseende danner en mere
usikker Maalestok end Forlængelsen. Denne er
langt lettere at udmaale og ikke i saa høj Grad
som Kontraktionen afhængig af ganske lokale År-
sager, saaledes at den kun giver Oplysninger om
Materialet lige ved selve Brudstedet.

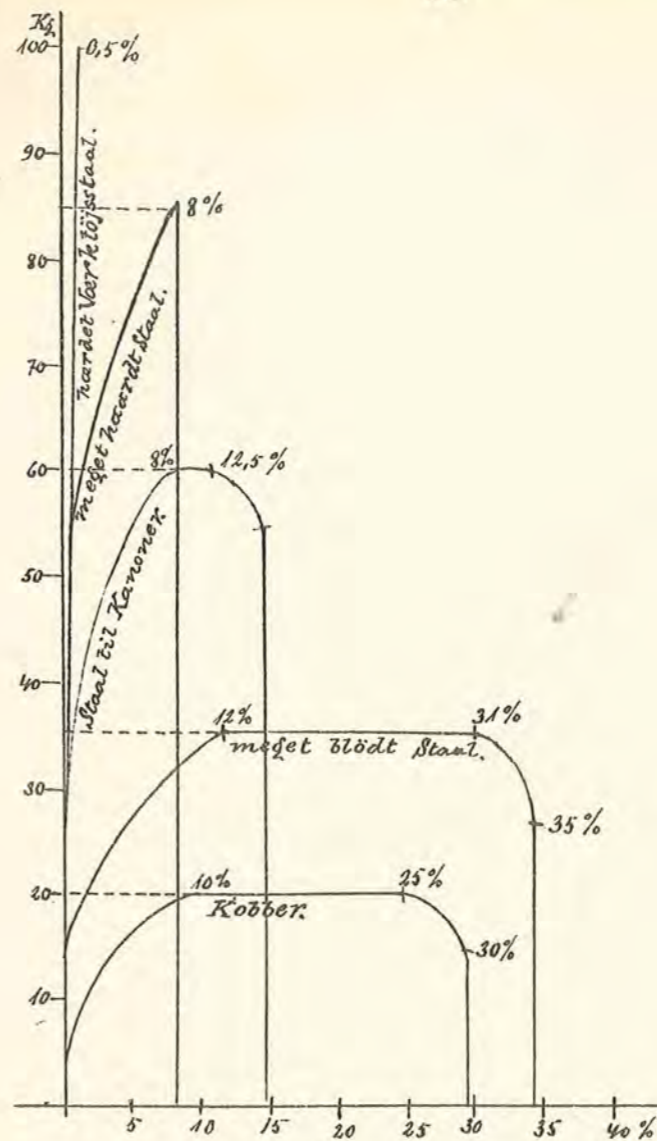
Areal mellem Strækkurven og Ab-
scisseaksen angiver det Arbejde, der er nødven-

digt for at frembringe Brud. Are-
alet af den lille Trekant mellem
den rettede Strækkurve indtil
P-Grænsen og dennes Ordinat
fremstiller grafisk den Ar-
bejdsrængde, Legemet konsum-
erer indenfor dets Elasticitets-



grænse, hvilket Arbejde altsaa er forholdsvis ringe; det
er jo nærmest Arealet indtil Brudgrænsen (B), der
har konstruktiv Interesse. Er der ved Forsøget opteg-
net en Strækkurve, kan dennes Areal jo udmaales, men

ellers kan man ogsaa til Bedømmelsen af det Arbejde, der er nødvendigt til at frembringe Brud, betjene sig af Produktet af Brudgrænsen og Forlængelsen, idet Erfaringen viser, at Forholdet mellem Strækkkurvens Areal og det omgivende Rektangels Areal er tilnærmelsesvis konstant for samme Klasse af Materiale. Produktet af Brudmodstanden og den procentvise Forlængelse har man foreslaaet at benytte som en Slags "Kvalitetskoefficient", der i et enkelt Tal skulde udtrykke Jernets Verdi, dets "Arbejdsevne", da det er proportionalt med den Arbejdsmængde, der er fornøden til Prøvestangens Overrivning, og skulde altsaa give et Slags Målestok for Modstandsevnen mod Stød. Et Materiale med ringe Styrke, men med stor Forlængelse, vil kunne have samme Kvalitetstal som et med stor Styrke og ringe Forlængelse, og deres Verdi som Bygningsmateriale vil dog være meget forskellig. For at kunne bedømme Materialet rigtigt maa man foruden Produktet af Styrke og Forlængelse opgive en af dem; det synes derfor rimeligere at opgive den begge stax uden at opgive Produktet af dem. — Man har ogsaa forsøgt at danne andre Kvalitetstal f. Ex. ved at addere Brudmodstanden og den procentvise Forlængelse, saaledes at den ene Verdi kunde både paa den anden indenfor visse Grænser, naar blot Summen maa.



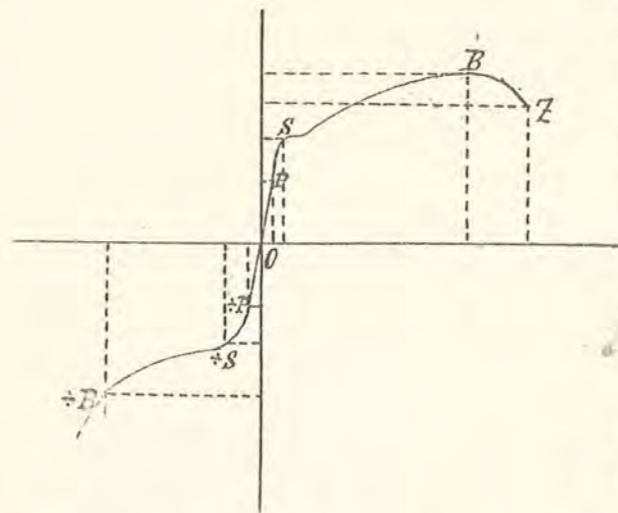
De forskellige Materialers Egnedommeligheder fremtræde godt ved Betragtning af deres Strækkkurve. Fig. viser saadanne Strækkkurver for Prøvestykker af Metaller af forskellig Natur. Prøvestykket havde en Diameter af $14 \frac{1}{4}$ mm, og Målelængden var $100 \frac{1}{4}$ mm. Strækkkurverne have alle en analog Form; men de forskellige Perioder eller Elementer, hvoraf

Kurven sammensættes ere mere eller mindre fremtrædende efter Metallets Natur. Ved det hærdede Værktøjstæal indskrænker Kurven sig næsten til en ret Linie, idet Proportionalitetsgrænsen næsten falder sammen med

Brudgrænsen. Forlængelsen, der jo er et Maal for Seigheden, bliver derfor meget ringe, hvormod Materialets Styrke er betydelig. Emellem denne Stærkkurve og det meget bløde Staalets Stærkkurve findes alle mulige Overgange, alt efter Materialets forskellige Egenskaber. Ved det blødeste Staal vedbliver Stangen at forlænges^{sig}, medens Kraften temmelig nær holder sig konstant, indtil Forlængelsen lokaliserer sig ved Indsnævringen, hvorefter Kraften tager af til en vis Værdi, og Stangen brydes i det indsnævrede Parti. Naar Kraften synker til 0, sker der en ringe Sammentrækning i de to Brudstykker, sandsynligvis efter samme Lov, som der gælder indenfor Elasticitetsgrænsen. For nogenlunde ensartede Materialier som Jern og Staal vil, som ogsaa Kurverne udviser, en større Styrke være forenet med en mindre Seighed eller Stærkelighed og omvendt. Stor Styrke og stor Seighed ville i Reglen ikke være forenede. Jo bedre Jernet er, i desto højere Grad vil i hvert Tilfælde begge disse Egenskaber findes forenede.

Ved Trykprover viser sig lignende Forhold som ved Trækprover, kun at der her fremkommer Forkortelsen i Stedet for Forlængelsen og Tvoarmsforsøgelse i Stedet for Tvoarmsformindskelse. Og saa her viser sig ved mange Materialier en Pro-

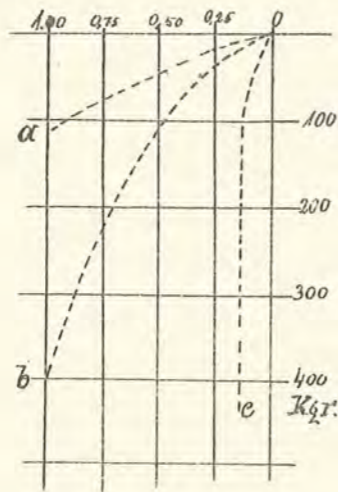
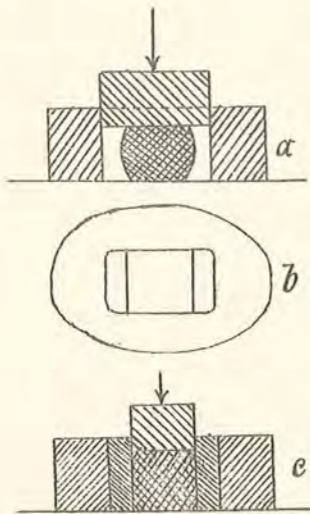
portionalitetsgrænse ($\div P$) og en mere eller mindre tydelig udtalt Flydegrænse. Kun sprøde Legemer som Støbejern, Sten og Cement har en tydelig udtalt Brudgrænse ($-B$), medens seige og plastiske Legemer som Bly, Kobber og blødt Staal ikke kunne bringes til Brud, da de kunne undergaa meget betydelige Formforandringer uden Ansyndning til Brud. Ved saadanne Legemer kan Trykket altsaa stige betydeligt uden at fremkalde



Brud, som det er an-
syndet paa Figuren ved den punkterede Trykkurve. Det gælder dog kun, naar Prøvelegemet er saa kort, at der ikke kan indtræde Bøjningsfænomener. Til Bestemmelse af et Materiale efter Trykforsøg maa man altsaa for seige Legemer bringe Flydegrænsen, for sprøde Brudgrænsen. Den blivende Formforandring ved Trykforsøg ved absolut tætte Legemer sker som Trækprover paa den Maade, at Legemets Volumen meget nær vedbliver at være konstant.

En Egenskab, der maa lægges Mærke til ved faste Legemer, og som de iøvrigt have tilfælles

med Vedskerne, er den, at de udsatte for et Tryk paa hele deres Overflader kun forandre deres Volumen overordentlig lidt, naar de i Forvejen ere tætte; det vil altsaa sige, at de ikke indeholde Porer eller Hulrum i deres Indre. Selv meget elastiske Legemer som Gummi forholde sig som uelastiske, naar de overalt ere begrænsede af faste Legemer, eller naar de paavirkes til Tryk fra alle Sider. Man kan altsaa ikke f. Ex. benytte Gummipuder i en Vindkedel i Stedet for Luft, med mindre de ere af svampet Beskaffenhed med luftfyldte Porer. Gummifjedre gøre derfor heller ingen Nytte, naar de ere tæt indesluttede i Kapsler. Man kan altsaa kun udnytte et Legemes elastiske Egenskaber, naar det paavirkes fra een Side, og Formforandring mindst kan finde Sted i en Retning. Denne Lov kan let paavises ved



Forsøg, som vist paa Figuren, hvor Kurven a) viser Sammentrykning af en Gummibæring med 6 cm. Sidelinie, naar den er helt fri, b) naar den er indesluttet paa 2 Sider, og c) naar

den er indesluttet fra alle Sider. I sidste Tilfælde skyldes Forkortelsen alene Udfyldningen af de tomme Rum i Apparatet.

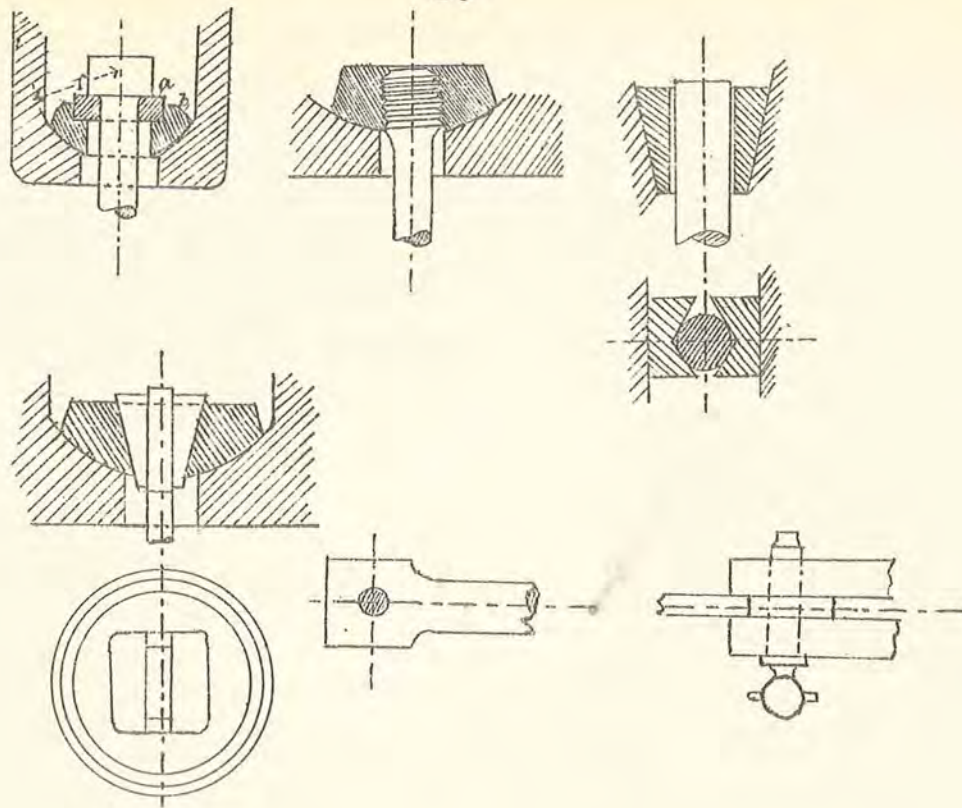
Derimod forholde Legemer, der ikke ere absolut tætte, altsaa porøse Legemer sig anderledes ved Trykforsøg. Medens Bly, naar det er udstøbt saaledes, at det bliver saa tæt som muligt, næsten ikke forandrer sin Tæthed eller sin Vægt pr. Rumenhed i nogen mærkelig Grad selv ved 4000 Atm. Tryk, forholder Træ, der indeholder talrige Porer sig helt anderledes. Et cylindrisk Legeme af Fyrretræ med 3 cm. Diameter og 3 cm. Højde omsluttet fra alle Sider forkortedes ved en Belastning af 4200 Kgf./cm² til ca. 1,1 cm., og medens Vægten i Gram pr. Kubem. for Sammentrykningen var 0,51, var den efter denne 1,39, altsaa var Træets Tæthedsgrad $\frac{0,51}{1,39} = 0,37$. For Eg fandtes 0,40, for Bøg 0,43, og ved alle Træsarter naas ved stærk Sammentrykning omtrent samme Vægt pr. Rumenhed, nemlig Celluloseens Vægtfylde. Man kan altsaa ved Trykforsøg ligeså bestemme Træets Tæthedsgrad.

Prøvestykkets Form, Indspænding og Udmaaling.

Da Prøvestykkets Form tildels afhænger af

den Maade, hvorpaa Indspændingen i Prøvemaskinen foretages, skal der først nævnes de mest karakteristiske Indspændingsmetoder.

Trækprøver udføres med Prøveligemer af cylindrisk (Ründjern) eller rektangulært (Fladjern) Tversnit. Ründstænger forsynes enten med Hoveder, der overføre Trykket paa Maskinens Kæber gennem en delt Ring eller gennem en Møttrik, skruet paa det med Skruegænger forsynede Hoved af Prøveligemet, eller de gøres helt cylindriske uden Hoveder og indspændes i Maskinens Kæber derved, at disse ere kileformede og forsynede med savtandformede Tænder, der ved Trækket presse sig ind i Prøvestykkets Overflade. Disse Tænder blive grovere og grovere hen imod Prøvestykkets Ende. — Indspændingen maa være saaledes, at Træk eller Tryk fordele sig ensformigt over Prøveligemets Tversnit, hvorfor dette maa kunne rette sig ind i Maskinen, saaledes at skæve Træk eller Tryk undgaaes. Gaar Trækkets Resultant ikke igennem Prøveligemets Axe, fremkaldes der Bøjninger i dette, der i ganske overordentlig Grad influerer paa Resultatet. For at undgaa skæve Taavirkninger anvendes derfor almindeligt ved Trækprøver Indspænding i Kuglelejer; Kuglen b er af Staal og nøjagtig sammenslebet med den i Maskinens Kæber tilfærmede Kugleflade, og Prøvestykkets Hoved overfører



Trykket dertil gennem en indlagt delt Ring

a.

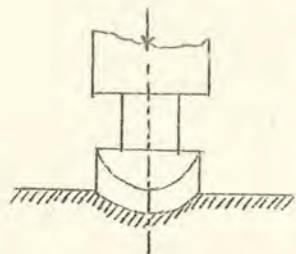
Fladjernstænger kunne indspændes ved Flul og Bolt, idet disse Stænger, der som oftest have en Trykkelse, forsynes med et Hoved med en noget større Bredde. De kunne ogsaa indspændes i de tidligere nævnte Bideklør, lagret i Kuglelejer. For bedre at sikre sig mod skæve Taavirkninger, kan man, som vist paa Figuren næste Side, bortfrase noget af Hovedets yderste Dele, saaledes at Tænderne kun angribe dets



Midterparti. Man kan ogsaa gøre de sav-
takkede Klæber noget konvexe, saavel ef-
ter Prøvestykkets Tvær- som Længde-
retning for bedre at fastholde dets
Midte og for at forhindre, at Prøvestyk-
ket klemmer for stærkt ved Randen,
saa at det springer itu. Det kan ikke

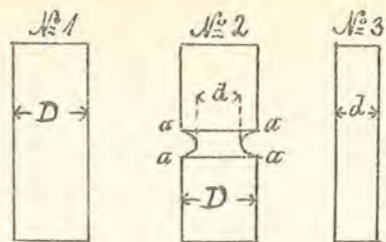
brydes dybere inde, fordi den stærkere Klemning
der bevirker, at Stangen ikke kan forlænge sig.

Til Trykprøver bruges kortes cylindriske
eller prismatiske Legemer, Længden sjældent større
end det dobbelte af Diametren eller Tidelinien,



og med parallelle Endeflader, der ind-
spændes mellem to haarde og plane
Trykflader paa Maskinen. For at
forhindre skæve Tryk anvendes og-
saa her nutildags indstillelige
Kuglelejer for den ene eller for begge
Trykfladers Vedkommende.

Prøvestykkets Form. At dette i visse Til-
fælde kan have en betydelig Indflydelse paa Re-
sultatet af en Trækprøve ses af følgende Forsøg
af Kirkaldy. Man tildannede tre Prøvestykker af
Jern, № 1 med Diametren D , № 3 med Dia-
metren d og № 2 med Diametren D , men paa Midten



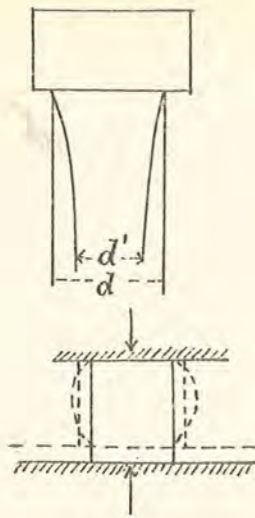
Prøvestykket № 1, $D = 2,54$ cm.
— " — № 2, $d = 1,78$ cm.
— " — № 3, $d = 1,78$ cm.

forsynet med en ind-
drejet Rille af Diams-
ter d . Eksempelvis anfø-
res en af de saale-
des udførte Prøver:

Prøvestykket	Brudgrænse Kgr. cm ²	Kontraktion i %
№ 1, $D = 2,54$ cm.	5.000	41 %
№ 2, $d = 1,78$ cm.	6.900	14 %
№ 3, $d = 1,78$ cm.	5.000	36 %

Prøvestykket № 2 med inddrejet Rille giver altsaa
langt større Brudgrænse og samtidigt langt mindre
Kontraktion end № 1 og № 3. Dette kan let forklares
ved, at Materialet ved $a-a$ udøver Modstand mod
Kontraktionen og forhøjer derved Styrken, eller den
hindrede Kontraktion forøger Bæreevnen. Naar
Længden af Inddrejningen forøges, viser Forskellen
sig ogsaa mindre udtalt, og allerede ved en Længde
af 2,5 cm viser Fænomenet sig næsten slet ikke. Alle
undersøgte Materialer vise det samme Forhold, når
de blot kontrahere for Bruddet.

Ved Trækprøver maa man altsaa
anvende en Form af Prøvestykket, hvorved saadan-
ne fremmede Indflydelser som en hindret Kontrak-
tion undgaaes. Prøvestykket holdes derfor nøjagtigt cylin-
drisk eller prismatisk paa saa stor en Længde som
fornødent. Forsynes Prøvestykket med et Hoved, vil

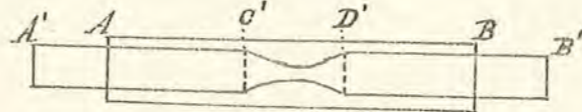


ogsaa dette forhindre Kontraktion i den nærmest liggende Del af Prøvelegemet, hvorfor man kildanner dette med en jævn Overgang mellem Hovedet og den cylindriske eller prismatiske Del af Prøvestangen og giver denne en Længde, der er mindst 1^{cm} ved hver Ende større end den, paa hvilken Forlængelsen maales. — Ved Trykforsøg

vil Friktionen mellem Trykfladerne og Prøvelegemet bevirke, at Tværsnitforøgelsen er væsentlig mindre umiddelbart ved Trykfladerne end mellem disse, saaledes at det cylindriske Legeme altsaa antager en Art Tøndeform.

Efter tabrige derover anstillede Forsøg synes Brudgrænsen at være temmelig uafhængig af Prøvestykkets Form, altsaa om dette er cirkulært, kvadratisk eller rektangulært. Det samme synes at være Tilfældet med Kontraktionen. Afvigelserne fra den anførte Regel ere i Almindelighed ikke større end, at de kunne hidrøre fra tilfældige Forskelligheder af Materialet. Anderledes stiller Sagen sig derimod, naar det drejer sig om Bestemmelsen af den procentvise Forlængelse; for i dette Tilfælde at faa indbyrdes sammenlignelige Resultater med forskellige Prøvestykker maa disse kildannes paa en bestemt Maade, som nu nærmere skal omtales.

Maalelængden er den paa de to modsatte Sider af Prøvelegemet med Kørnpunkter (Endemærker) afsatte Længde, hvis Forlængelse maales, efter at Prøvestykket er bragt til Brud i Prøvemaskinen. Denne blivende Formforandring er en vigtig Maalestok for Materialbedømmelsen af bløde og strækbare Materialer, der brydes med en mere eller mindre stærkt udtalt Indsmøring. For Trykforsøg har den blivende Forkortelse efter Bruddet mindre praktisk Betydning som Kvalitetsmaal for Materialet. Den totale Forlængelse, som Prøvestykket antager, mellem de to Endemærker sammensættes af to Dele:



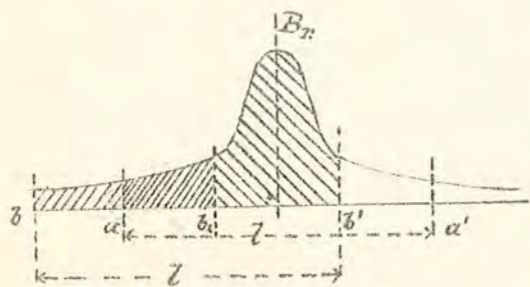
1) Den regelmæssige Forlængelse, som Stangen har antaget paa Delene $A'B'$ og $B'B'$, der ere for-

blevne prismatiske eller cylindriske.

2) Forlængelsen af det indsmørede Parti $C'D'$, der spiller en desto større Rolle i den samlede Forlængelse, jo kortere $A'B'$ er. Hvis $A'B'$ var meget lang, vilde den procentvise Forlængelse ikke være væsentlig paavirket af Indsmøringen og være meget nær lig med den regelmæssige Forlængelse af de prismatiske Dele af Stangen. Hvis denne derimod ikke var længere end det indsmørede Parti, vilde den procent-

visse Forlængelse alene afhænge af dette. Ved de haar-
de og mindre strækkelige Materialier spiller Maalelæng-
dens Indflydelse naturligvis en betydelig mindre Rol-
le end ved de bløde og let strækkelige Materialier.
Den procentvise Forlængelse bliver altsaa desto større, jo
mindre man gør Maalelængden. Denne maa altsaa
altid angives, og for at gøre Forsøgene saa nær sam-
menlignelige som muligt, bruges sædvanlig den
samme Maalelængde overalt, nemlig $200 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$ eller
8 Tommer engelsk.

Delar man Prøvestangen, saaledes som
det almindeligt sker i de offentlige Prøveanstalter,
i mindre Inddelinger og efter Bruddet maaler Forlæn-
gelsen af de enkelte Dele og angiver denne i Procent af
den oprindelige Længde, saa viser det sig, at disse For-
længelser af de enkelte Inddelinger ere noget for-
skellige, eftersom de ligge i større eller mindre Af-
stand fra Brudstedet, saaledes som grafisk angivet i

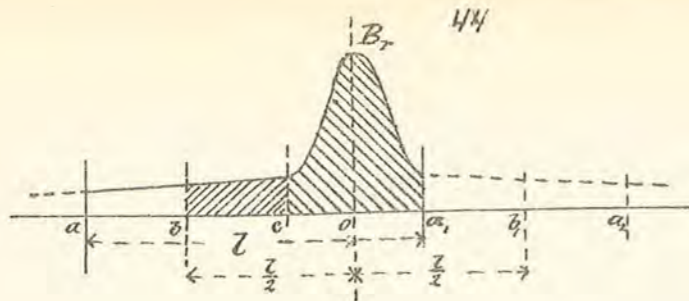


Maalelængde. Var nu Bruddet ikke sket i midten,

Figur 1. Er aa' Maale-
længden (altsaa som Regel
 $200 \frac{\text{mm}}{\text{m}}$), saa angiver bb'
areal af Kurven over aa' ,
eller rettere densnes Mid-
delordinat, Størrelsen af
Forlængelsen for den givne

men nærmere ved en af Enderne, saaledes at Ende-
markerne f. Ex faldt i b og b' , saa vilde Forlængelsen
være bestemt ved det skrævede Areal over bb' af Kur-
ven, der er mindre end Arealet over aa' ; thi det Areal,
der kommer til over ab , er mindre end det der falder
 bort over ab' . Man faar altsaa en større procentvis For-
længelse, naar Bruddet sker i Stangens Midte, end naar
det sker nærmere ved Enderne, og sker Bruddet saa-
ledes, at en Del af Indsnoringen falder uden for Maale-
længden, faar man naturligvis et ganske misvisende
Resultat.

Paa Grund af den store Betydning som
Brudstedets Beliggenhed indenfor Maalelængden har
paa den procentvise Forlængelse, forlanges det inden-
tiden f. Ex i de tyske Normalbetingelser for Levering
af Bygningsjern, at en Prøve skal kasseres og gentages
med et andet Prøvelegeme, naar den ved Brud
indenfor en af Maalelængdens ydre Tredjedele har
givet utilstrækkelig Forlængelse. For at indgaa den-
ne Kassering har de internationale Konferencer til
Opnaaelse af ensartede Prøvemethoder anbefalet en
Bestemmelsesmaade af Forlængelsen for Brud in-
denfor en af de ydre Tredjedele af Maalelængden, en
Art indirekte Bestemmelse af Forlængelsen, der er
gründet paa den praktiske tilladelige Antagelse, at
Formforandringerne forløbe symmetrisk om Brudstedet.



Er a, a , Maa-
længden, saa kan
Kurven for For-
længelsen ud over
 a , tegnes ved

Hjælp af den antagne Symmetri om Brudstedet, idet den
over a, b , liggende Del af Kurven kan faas ved Udmaa-
ling af den tilsvarende Del over b, c . Maalet for Forlæn-
gelsen er altsaa givet ved Arealet af Fladen over b, a ,
& Fluden over b, c . For at kunne udføre denne indi-
rekte Bestemmelse af Forlængelsen maa Prøvelegemet,
inden det spændes i Maskinen, forsynes med en Cen-
timeter - Inddeling, der i Reglen praaføres med en



Knobbekörner. Iker Bruddet nu
ved B_1 , kan man betegne hele
stregen som paa Figuren for at
have de Punkter, der oprinde-
ligt befandt sig i ^{samme} Væfstand fra
Brudstedet mærket tilsvarende,
og kan derved let komplettere
de manglende Dele af den kor-
te Brudende ved Udmaaling
af de tilsvarende Dele paa

den lange Brudende. Forlængelsen bestemmes i Figuren
ved Udmaaling

(fra 0 til 10 + 0 til 3' + 3 til 10) ÷ Maaletængden.

Inddelingen og Udmaalingen skal fore-
tages paa to modsatte Sider af Prøvelegemet.

Med Hensyn til den Indflydelse som
Prøvestykkets Form og Størrelsen af dets Tværsnit
udøver paa Forlængelsen indenfor den givne Maa-
letængde, saa maa det erindres, at Forlængelsen
sammensættes af to Størrelser, nemlig

1) af den regelmæssige Forlængelse over det hele,
idet det maa antages, at Stangen uden for det
indsnørede Parti, samtidig med at dens Tvær-
snit formindskes, bibeholder sin prismatiske Form,
saaledes at denne Del af Forlængelsen λ_1 kan sæt-
tes lig med $s_1 l$, hvor s_1 er en for Materialet særlig
Konstant, -

2) og af den lokale Forlængelse λ_2 paa Indsnørings-
stedet. Denne Del af Forlængelsen er det rimeligt
at antage, og talrige Forsøg have bekræftet denne an-
tagelse, at den er proportional med Tværsnittets Di-
mension, altsaa ved cylindriske Prøvestykker proportio-
nel med Diametren. En Prøvestykkets Tværsnitsareal
 f , kan man sætte $\lambda_2 = K \sqrt{f}$, hvor K er en for Materi-
alet særlig Konstant. Man har altsaa Forlængelsen

$$\lambda = \lambda_1 + \lambda_2 = s_1 l + K \sqrt{f}$$

og Forlængelsen pr Længdeenhed:

$$S = \frac{\lambda}{l} = s_1 + K \frac{\sqrt{f}}{l}$$

For at finde samme Forlængelse ved to Stænger af forskelligt Tværsnit (f_1 og f_2), men af samme Materiale, maa man altsaa have Maalelængderne l og l_1 bestemt af $\frac{\sqrt{f_2}}{l} = \frac{\sqrt{f_1}}{l_1}$ eller $l:l_1 = \sqrt{f_2}:\sqrt{f_1}$

det er: Maalelængderne skulle forholde sig som Kvadrathuden af Tværsnitsarealerne. For cirkulært Tværsnit skulle de altsaa forholde sig som Diametren af Prøvestykkerne; $l:d$ skal være konstant. Barba's Lov "at ligedannede Prøvestykker af samme Materiale give samme Forlængelse" indbefattes ligeledes herunder. Som nævnt give Forsøg med cylindriske Prøvelegemer med $l:d = \text{Konstant}$ samme Forlængelse. For rektangulært Tværsnit fandtes (blødt Staal)

Tværsnit i mm .	Maalelængde mm .	Brydgrænse Kgr/Sp. cm^2 .	Forlængelse %
20 x 5	50	3720	39,0
40 x 10	100	3820	39,0
60 x 15	150	3890	39,0

Den anførte Lov, at, naar $\frac{\sqrt{f}}{l}$ er konstant, faas samme Forlængelse for forskellige Prøvestykker, har naturligvis ikke absolut Gyldighed, men dog med en for Praxis tilstrækkelig Nøjagtighed, naar der ikke anvendes altfor unormale Dimensioner eller saa kort Maalelængde, at den f. Ex er mindre end Indsmøringslængden.

Da Formen af Prøvestykket altsaa ikke er

uden Indflydelse paa Resultatet af Prøveprøver, har man for at faa sammenlignelige Prøver skabt efter at opstille visse Normer derfor. Paa Materialprøvekongressen i Wien vedtog man at gaa ud fra et Normalprøvestykke af cirkulært Tværsnit med Diameter 20 mm (Areal 314 mm^2) og Maalelængde 200 mm . Da $l:d = 10$ for Normalprøvestykket skal altsaa herefter for cirkulære Prøvestykker Maalelængden være lig den tidobbelte Tykkelse, og da for Normalprøvestykket

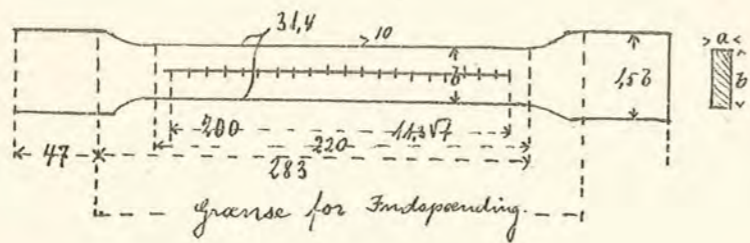
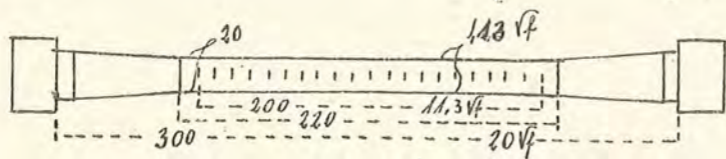
$$\frac{\sqrt{f}}{l} = \frac{1}{11,3}$$

skal altsaa Maalelængden af Prøvestykket af anden Tværsnitsform beregnes efter $l = 11,3 \sqrt{f}$.

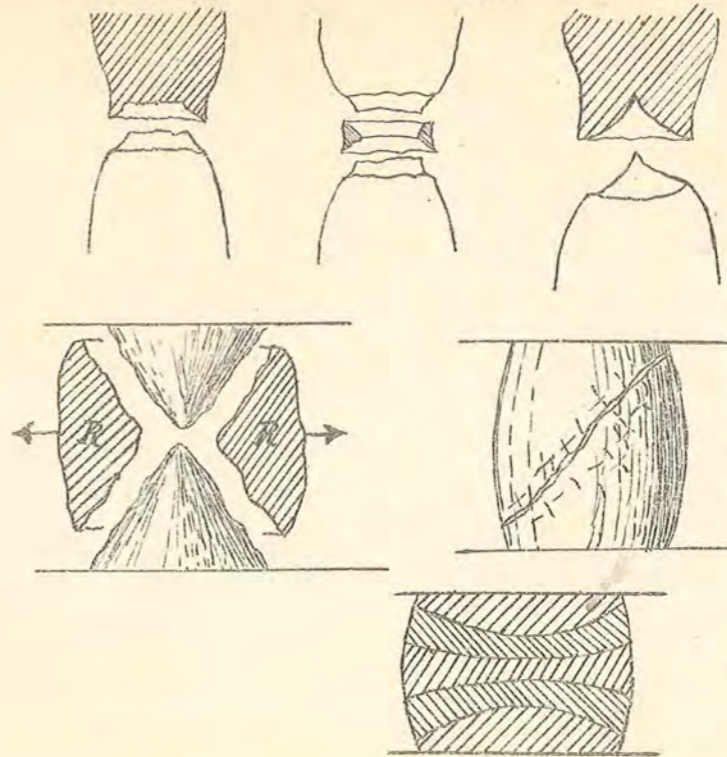
for at den procentvise Forlængelse skal blive uafhængig af Tværsnittets Form og Størrelse.

Nedenfor er angivet Dimensionerne og Formen af Normalprøvestykkerne ved den bekendte mekanisk-tekniske Prøveanstalt i Charlottenburg ved Berlin, idet der tilhøje i Figuren er angivet Dimensionerne for Prøvestykket med anden Diameter eller Areal end det egentlige Normalprøvestykke. For flade Prøvelegemer gælder det normale Tværsnitsareal 314 mm^2 , saaledes at Forholdet mellem Højde og Bredde dog ikke overstiger 5; man kan altsaa altid ved Prøvning

af Plader forme Stangen saaledes, at Gløtskallen fra Valningen kan forblive paa to Sider. Hvor Bredde og Tykkelse kan vælges vilkaarligt for flade Prøvelegemer, opstilles af Materialprøvningskongressen en Normalprøvestang med 30 mm Bredde og 10 mm Tykkelse, altsaa Arealet 300 (mm)^2 meget nær lig med Normalrøndstangens.



Med Hensyn til Brudform, saa viser der sig i Reglen ved normalt Brud paa det ene Brudstykke en plan Grundflade med en langs Omkredsen løbende fremstaaende Rand, paa det andet Brudstykke en dertil svarende Kegel. Af den fremstaaende Rund bliver der ofte kun staa-



ende Spidsen. Undertiden dannes der sig en fuldstændig Tragt- og Kegel-form. Ved meget seigt Materiale kunne Rundstænger hækkes helt ud til en Spids, Fladstænger hækkes mejselformet ud. — Ved Trykforsøg med sprøde Materialer, som

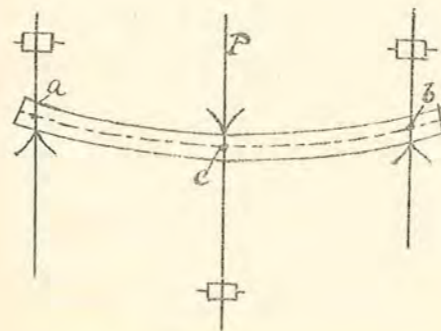
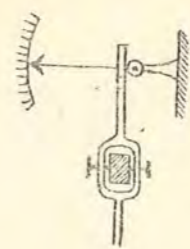
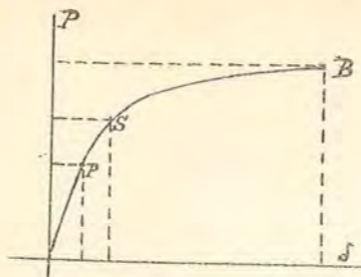
Støbejern, faas i Reglen den i Figuren viste Brudform, hvor der altsaa, — tildels i Analogi med Trækforsøget, — dannes sig to Kegler og en Ring R, der dog sjældent hænger sammen i ret store Stykker. For skyder Maskinens Trykflader sig lidt, faas man et Brud skævt paa Aksen, hyppigt med mere eller mindre regelmæssige Ridsler paa Overfladen, skærende hinanden under 90° . Og saa ved plastiske Materialer forbliver den Trykfladerne berørende Del i

Stille, hvilket kan eftervises ved at opbygge Prøvelegeme af f. Ex af Blyplader eller af forskelligt farvede Lagslag. Gennemskæres et saadant Prøvelegeme efter Forsøget, ser man, hvorledes Materialet er trængt fra Midten udefter, og de yderste Lag ere plankonvekse, det midterste bikonkavt.

Naar et Prøvelegeme, der har beholdt Glødeskallen, naar op til Støtgrænsen, springer Glødeskallen af, fordi den er mindre strækkelig end selv Metallet, hyppigt efter bestemte Linier, dannende $45-60^\circ$ med Midtlinien. En blankt poleret Prøvestang antager en mat Overflade, naar den har passeret S -Grænsen, ligesom der paa den kan vise sig et Net, bestaaende af to Systemer af symmetrisk skraa Linier (de Lüderske Linier).

Bøjnings- og Bøjelighedsprøver

Bøjningsprøver anvendes mindre almindeligt end Trækprøver til Materialbedømmelsen, og man søger i alle Tilfælde at gøre Forholdene saa enkelte som muligt. Prøvestykket bringes til at hvile paa to Understøtninger og belastes med en enkelt Kraft P i Midten. Denne paaføres gradvis, og

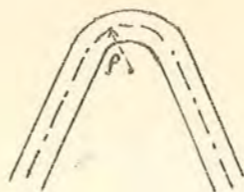


grænse. Det er dog ikke alle Materialer, der kunne bringes til Brud, selv ved stærke Bøjninger. — Ved Bøjningsprøver kan man ogsaa skelne mellem elastiske og blivende Nedbøjninger, ligesom man ogsaa kan bestemme det til? Bøjningen medgaaede Arbejde. Ved grovere Bøjningsforsøg maales Bøjningsspidelen fra en Lineal eller udspændt Snor mellem de to Understøtninger. Ved Finmaalingen anbringer man Korrupter a, b og c i den neutrale Linie, i hvilke der kan fastgøres Bøjler, hvis Stænger ved Friktion dreje Følerisere, hvis Bevægelse kan aflæses paa en Gradbræ. Forskellen mellem aff-

for hver Gang kan Nedbøjningen S maales. Sammenhørende Værdier af P og S kunne afsættes grafisk ligesom en Stræk-kurve, og man vil da finde de samme mærkelige Punkter som ved denne, nemlig en S -Grænse, en Stræk-grænse og en Brud

løsningerne giver Stangens virkelige Nedbøjning i Midten. De sædvanlige Bøjningsformler kunne ikke anvendes ud over $\frac{1}{2}$ -Grænsen til Beregning af Resultatet af en Bøjningsprøve. Forholdet mellem det Moment, der virkelig hidfører Brud ved Bøjning og det beregnede varierer fra ca. 1,00 for de meget hårde Staalvarter til ca. $2\frac{1}{2}$ for de meget bløde. Man finder altså ved en Bøjningsprøve paa en Maade en højere Brudgrænse end ved en almindelig Trækprøve.

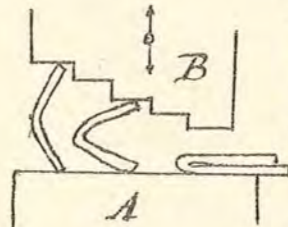
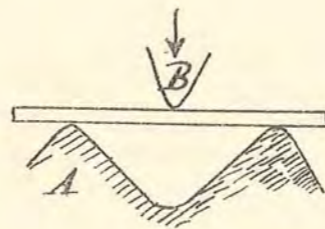
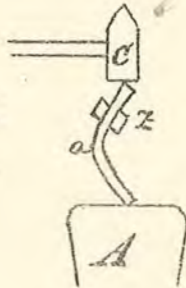
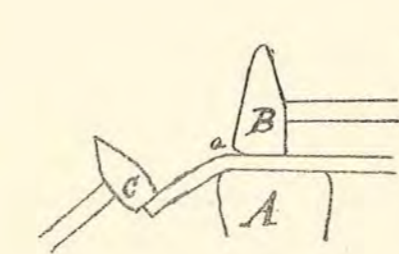
Bøjelighedsprøver udføres med Prøvestænger af 200-300 mm Længde, som man enten bøjer i en særlig dertil indrettet Maskine eller ved Hjælp af Hammer og Ansbolt. I første Tilfælde faar man bedst sammenlignelige Resultater for Materialets Bøjelighed, thi i sidste Tilfælde er Resultatet i mere eller mindre Grad afhængig af Udførerens Duelighed. Da Hammer og Ansbolt imidlertid altid haves ved Haanden, anvendes Bøjelighedsprøver udførte dermed meget almindeligt, og der kan ogsaa derigennem paa en hurtig og nem Maade faas en god Forestilling om og Kontrol med det pågældende Materials Seighed og Stækkelighed. Som Kvalitetsmaalestok anvendes Krümmingsradius paa Bøjningsstedet og Bøjningsvinklen, s: den Vinkel, som det ene Ben gennemløber under Bøjningen, indtil der dannes sig Tværrevner paa den stakte Side af Stangens.



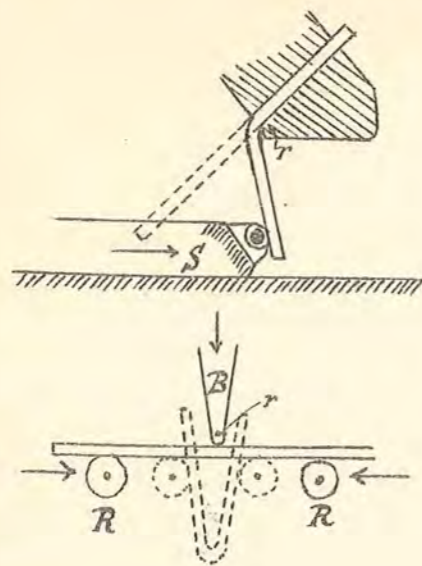
Udføres Bøjelighedsprøven med Hammer og Ansbolt, lægges Prøvestykket over dens Kant, belastet med en svær Hammer B og bøjes derefter ved lette Slag med Hammeren C. Senere fastes Stangen med Tangen F og slaas sammen med C, indtil der viser sig Tværrevner ved a eller ind-

til begge Benene falde helt sammen.

Udføres Prøven under Damphammer eller Presse, giver man dem i Reglen først en foreløbig Bøjning i en Presse over et Underlag A im-



der et Tryk B, dernæst kan man anbringe dem i en Presse med op- og nedadgående Stempel B, der kunvis bøjer Prøverne videre, indtil Benene ligge fladt sammen. Paa denne Maade kan man



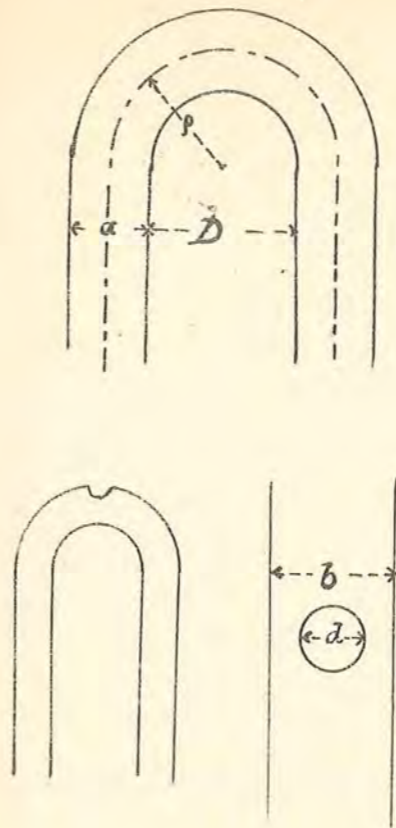
i Staalvoerkerne dagligt udføre flere Hundrede Prøver. — Ved maskinelle Fjndretninger bør Bøjningen foregaa ved jævn Kraft uden Ryk eller Slag, og saaledes at Krümmingsradius saavidt muligt hele Tiden holdes konstant og lig den endelige, der tilsigtes. Figurene

viser to saadanne Anordninger; ved den ene bevirkes Bøjningen ved at Pladen S, der er forsynet med en Rulle, føres frem mod Prøvestykket; ved den anden føres Rullerne R, der give et Hulæg med ringe Friktion, frem samtidigt med, at Stempel B bøjer Prøvestykket efter en Bøjning med Radius r .

Naar Længden af Fibrene efter den neutrale Ase sættes lig l , efter den udvendige konvexe Flade lig l_1 , saa har man:

$$l_1 : l = (p + \frac{a}{2}) : p; \text{ eller } \frac{l_1 - l}{l} = \frac{a}{2p}$$

Paavirkningens Størrelse er altsaa afhængig af Pladetykkelsen og Krümmingsradius, og Bøj-



ningsvinklen w , der i Praxis anvendes som Kvalitetsmaalestok, skulle herefter ikke være bestemmende for Materialets Auhængelse. Men jo større Vinklen w er, desto større Længde l af Prøvestykket drages der med ind under Prøven, og desto større Sandsynlighed bliver der for, at der kan findes en saadan Fejl i Materialet, der kan give Anledning til en Troerneve, og at finde saadanne Fejl er jo netop et Hovedøjemed med Prøven.

Bøjepøver udføres enten med glatte Strimler eller med saadanne, i hvilke der er indbygget en Kærv eller lokket eller boret et Hul (a hensigtsmæssig = $2a$; $b = 5a$). Som vi senere skulle se er det langtfra ligegyldigt, om et saadant Hul er tilvebragt ved lokning eller Boring, eller om Kærven er fremskaffet ved Mejsel eller ved Høvling.

Bøjepøver kunne udføres med Materialet i kold Tilstand (Prøve for Koldskevhed), eller i rødglødende Tilstand (Prøve for Rødskevhed) eller i

blaaaravn Tilstand (Prøve for Blaaskørhed), eller endelig i hærdet Tilstand, det vil sige, opvarmet til Rødguldbrøde og derefter pludseligt afkølet i Vand, (Prøve for Glerdeskørhed).

Prøvemaskiner

Prøvemaskiner maa være indrettede saaledes, at deres Rigtighed let og sikkert kan kontrolleres. Enhver stødvis Virkning maa være udelukket. Til at frembringe Kraften anvendes derfor i Reglen et ved Vandtryk bevæget Stempel eller Skrue, drevne ved mekaniske Midler. Til at udmaale Kraften anvendes som oftest en Vægtstang i Reglen med en forskydelig Vægt (Løbevægt), der ved mekaniske Hjælpemidler bevæges jævnt frem og tilbage. Da Vægtstangen maa holdes horisontal, bliver ^{det} det hydrauliske Stempel eller Skrue, der optage Prøvestykkets Deformation. Kraften kan ogsaa maales ved Udslaget af en Pendulvægt, hvorved Prøvestykket ligeledes udsættes for en jævn Saavirkning uden Ryk eller Stød, der tilpasser sig selv efter Stangens Spændingstilstand. Den simpleste Maade at maale Kraften paa, vilde være at bestemme Vædskens Tryk i den hydrauliske Presse-cylinder ved Hjælp af et Manometer; men dels er det vanskeligt at konstruere

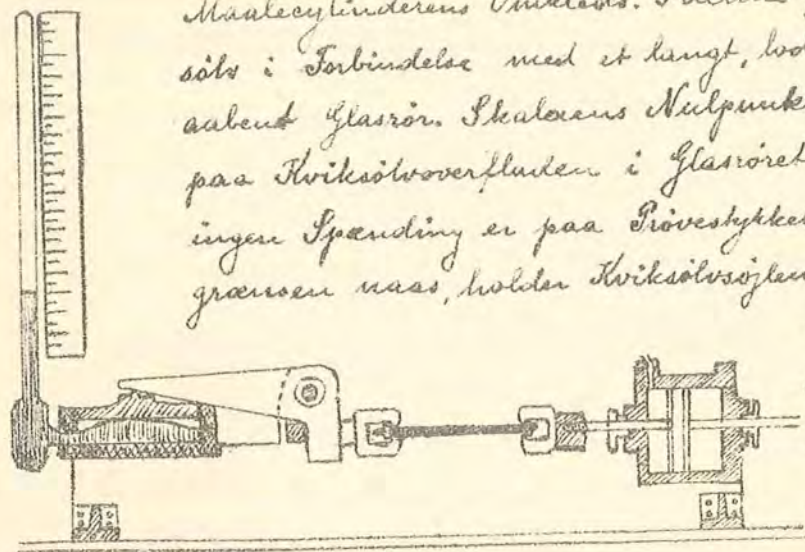
nøjagtig virkende Tjedermanometre, og dels er det vanskeligt at udfinde, hvor meget af Kraften der optages af Friktionen. Ved nogle Prøvemaskiner anvendes dog Kviksølvmanometre, der tillade en temmelig nøjagtig Bestemmelse af Trykhøjden, og ikke som Tjedermanometre kunne forandre sig med Tiden. Ved meget store Prøvemaskiner til Prøvning af Brugestykker anvendes dog ofte Manometre til umiddelbar Aflesning af Trykket i den hydrauliske Cylinder (indtil flere Tusinde Atm.), og ved at bruge Dobbeltmanometre eller Kontrolmanometre kan man forøge Aflesningens Nøjagtighed.

Den Prøvestykkets Indspænding er tidligere talte. De fleste Maskiner ere forsynede med et Registreringsapparat, der automatisk optegner Strækkurens Forløb. Prøvemaskinerne kunne være horisontalt eller vertikalt opstillede. Ved de sidste kan Prøvestykkets og Indspændingens Vægt ingen Endflydelse øve; ved de første kan man bedre undersøge lange Prøver (Kabelprøvemaskiner). Til Driften af Prøvemaskiner kan anvendes Hænderkraft eller almindeligere Maskinkraft (Gasmaskiner, elektriske Motorer). Anvendes hydraulisk Tryk kan indskyldes en Akkumulator til Regulering af Pumpekraftens Vandværksledningernes Tryk vil i Reglen ikke forslaa; man der kan da indskyldes en Multiplikator (se Fig. næste Side), hvor Trykket forøges i Forhold til det store og det lille Stempels Areaal. Ved en

gangshæmernes Stilling i Figuren tøm-
mes Vandet ud fra den store Cylinders,
og Apparatet er derved forberedt til en
følgende Prøve.

En Prøvemaskine med Kvick-
sølvanometer (Thomson) findes paa
Orlogs værktøjet. Det ene Fjedspejlings-
hovede findes for Enden af den hydrau-
liske Stempelstang, det andet paa
den korte Arm af en Vinkelvægt-

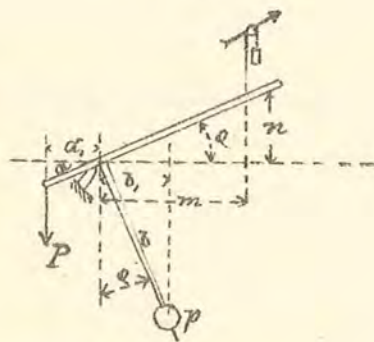
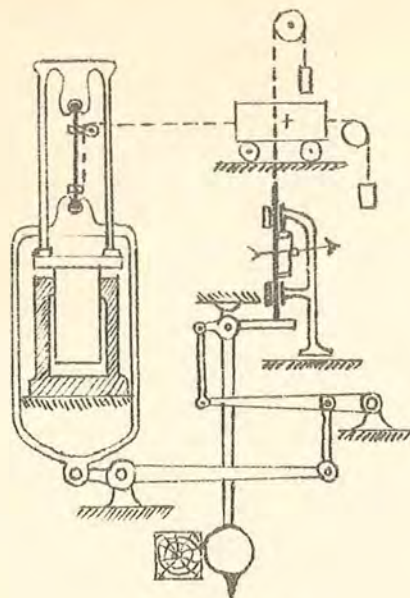
stang, hvis anden Arm trykker mod et bevægeligt Dæksel,
der hviler mod en Gummiplade, der er indspændt tæt langs
Maalecylindersens Omkreds. I denne findes Kvick-
søls i Forbindelse med et langt, lodret, foroven
åbent Glasrør. Skalerens Nulpunkt indstilles
paa Kvicksølsoverfladen i Glasrøret, naar der
ingen Spænding er paa Prøvestykket. Naar Stærk-
grænseren naas, holder Kvicksølvstjelen sig i kort
Tid i sam-



me Højde
eller daler
maales end-
og noget.

Kvicksølvs højeste Stand kan angives ved en Prømmen,
der bliver staaende i sin Stilling, naar Kvicksølvstjelen falder.

Toklmeyers Prøvemaskine.
Heraf findes 2 Stk. paa den
mekaniske - tekniske Forsøgs-
anstalt i Charlottenburg ved
Berlin, en paa 100 Tons og
en paa 50 Tons. Trykket
fra den hydrauliske Cylin-
der overføres gennem 4 Stær-
ger til det øvre Fjedspej-
lingsapparat, medens det
nedre gennem et Vægtstangs-
system er i Forbindelse med
en Vinkelvægtstang, hvis
lange Arm bærer en Kon-
kavvægt, der ved sit Udslag
fremkaffer Ligevægt med
Belastningen. Maskinen
er altsaa selvvirkende.
Man skal have



$$Pa = pb,$$

$$a = a \cos \varphi ; \quad b = b \sin \varphi$$

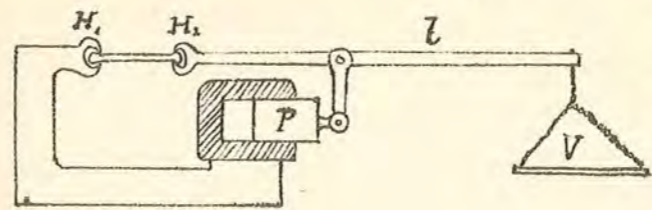
$$P = p \frac{b}{a} = p \frac{b}{a} \operatorname{tg} \varphi = p \cdot \frac{b}{a} \cdot \frac{m}{m} = m \times \text{Konstant};$$

∴ Maalet for Belastningen er altsaa lig med Udsla-
get maalt paa en ret Linie i Afstanden m fra
Vægtstangens Omdrejningspunkt. Belastningens Størrelse
kan altsaa maales ved den lodrette Bevægelse af en

Stang, hvis ene Ende føres af en gennem Vinkelvægtstangens Omdrejningspunkt gaaende Plam. Ved at forandre Afstanden m ved For skydningen af den Opstander, der styrer Stangen, hvis Løftning tjener som Maal for Belastningen, kan man altsaa forandre Maalestoksforholdet for Kraftaflesningen, ligesom Apparatet ogsaa derved kan justeres, naar Maalestoksinddelingen er givet. Stangens Bevægelse kan gennem en lang Stanges uafhængigt Snor, der er slunget om en lille Rulle, overføres til en paa dens ene endt Viser, eller Stangen kan paa et Stykke være forsynet med Tænder, der gribe ind i et lille Drev, paa hvis Axl Viseren findes anbragt. Maskinen kan let bringes til at optage et Diagram over Strøkeløvens Forløb, idet en Blyant føres i vertikal Retning af Maalestangen og skriver paa en Tavle, der føres i horizontal Retning af en Snor, ført over en lille Rulle, befestet til Snørestangen udfor dens øverste Maalemærke og ved den anden Ende ved en Stålfjeder med Spidsen, indgribende i Maalelængdens nedste Hjørneværker, er befestet til Snørestangens inderste Maalemærke. Naar Snørestangen forlænges, føres da Tavlen frem, proportionalt med Forlængelsen, samtidigt med at Blyanten sænkes eller løftes proportionalt med den til Forlængelsen svarende Kraft. I Stedet for en Tavle kan bruges en Cylinders, hvorpaa Diagram-

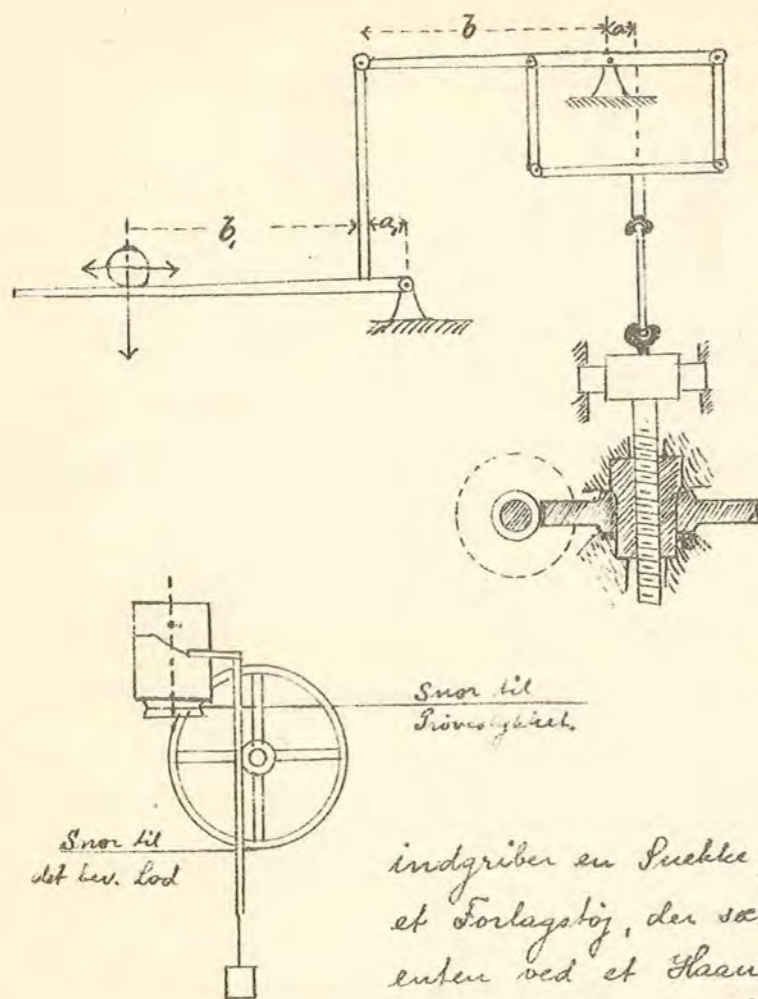
papiret er befestet, og Snoren bringer da Cylindren til at rotere proportionalt med Forlængelsen.

Warders Snørestangmaskine er meget benyttet i Tyskland (Charlottenburg, München, m. fl. St.). De fleste af disse Maskiner er paa 100 Fous. Som den ske-



matiske Figur viser, befinder Apparaterne til Kraftmaalingen og til Kraftfrembringelsen sig paa samme P-

le af Snørestykket, og Maskinen kan derfor prøve Stykker indtil 10 Meters Længde, idet Fjederspændingsapparatet H_1 kan bevæges paa Skinner og fastholdes i forskellig Afstand fra H_2 . Z er en Vinkelvægtstang, paa hvis korte Arm det hydrauliske Stempel P virker, og Z holdes horizontal under Snørestykkets Forlængelse ved at anbringe Vægte paa Skaalen V . Til nøjagtig Fagttagelse af Z 's horizontale Stilling benyttes en almindelig Libella. Da Vægtstangsforholdet er meget stort 500:1, idet den korte Arm kun er $\frac{1}{4}$ mm lang, behøves kun forholdsvis smaa Vægte til at holde Armen horizontal. Det hydrauliske Tryk virker gennem en Knivsej paa Vinkelvægtstangen Z , og alle Omdrejningspunkter er her som ved de andre Snørestangmaskiner Knivsejge, der hviler paa haarde Pander.



Monr og Feder-
hoffs Maskine

findes blandt andet paa Ke-reus Laboratorieværksteder.

Kraften udøves af en Skruer af Digelstaal, der hæves og sænkes ved en Måttik af Fosforbrosce, der omdreyes af et vandret Sækkelyul, hvori

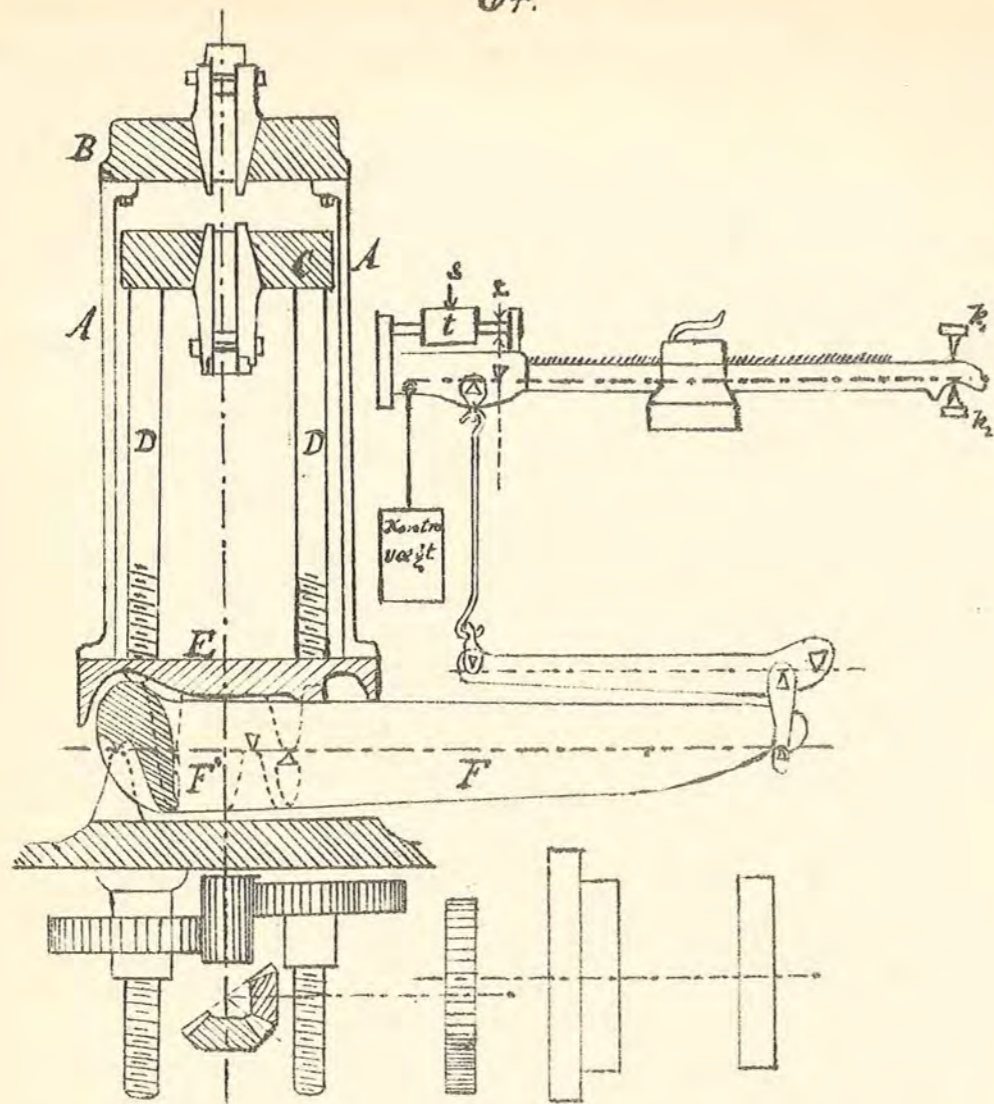
indgriber en Sække, der bevæges af et Forlagstøj, der sættes i Gang enten ved et Haandsving eller ved Remhæk fra en Gasmaskine eller

anden Motor. Skruen bærer det nedre Indspændingshoved, der er styret i Kulisser mellem de Søjler, der bære det højere liggende Vægstangsapparat. Skruens Drejning i Tverhovedet er forhindret ved en stærk Hæle, der kan udtages, for at man efter endt Forsøg umiddelbart ved et Haandlyul kan skruer Skruen

spindelen tilbage til Begyndelsesstillingen. Prøvestykket overfører Trækket til en Differentialvægt, som med en kraftig Knivsej hviler paa et Tverstykke mellem Maskinens to bærende Søjler. Belastningen afvejes med et forskydeligt Lod paa den enarmede horizontale Vægstang. Ved at dreje et lille Haandsving kan man ved Hjælp af en Skruer, hvis Måttik er i det bevægelige Lod, flytte dette frem og tilbage og derved indstille Vægstangen horizontalt og aflæse Trækket direkte paa denne. - Diagramapparatet er meget simpelt, (se Fig.).

Finus Olsens Maskine er en amerikansk

Prøvemaskine, der anvendes paa den henvørende Statsprøveanstalt, hvis Maskine kan udøve et Træk paa 50000 Kgr. Den faste Platform B bæres ved 4 L-Søjler A af Bordet C. Den bevægelige Platform E er fast forbundet med 4 Skruer D, der gaa gennem Bordet C, og under Maskinens Fodstykke have deres Måttikker i 4 Sandlyul, der drives samtidigt af et langt Sandlyul, der drejer sig om en lodret Aakel i Forlængelsen af Prøvestykkets Midtlinie. Da Skruerne ved en Tilgæng i hver af dem ere hindrede i at rotere, ville de alle 4 samtidigt bevæges op eller ned. Ved Trækprøven indspændes Prøvestykket mellem B og E ved kileformede Staalhøber, anbragte i rektangulære Åbninger i B og E, og disse Høber manøvreres her-



figt og let ved Vægtstænger anbragte paa B og C. Indspændingsbakkerne af hærdet Staal har Fønder paa Fønderensiden, der gribe ind i Prøvestykket som Kontrolhænger. Til runde Prøvelegemer har Bakkerne en trekantet Længderille. Bakkerens Fønderenside er i Tvær

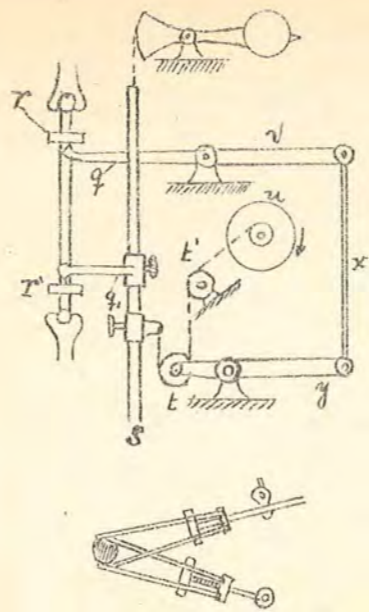
faastholdes stærkere i Midten end ved Yderkanterne; de ere ogsaa konvexe i Længderetningen for ikke at svække Prøvestængen saa stærkt ved Randerne, at den ved Trækket springer der. Den stærkere Klemning mod Midten kan ved seigt Materiale ikke fremkalde Brud, fordi Prøvestængen der ikke kan komme til at forlænge sig. Der findes dog ogsaa Apparater til Indspænding af runde Prøvestænger, der skueskaarne hvile i Kugleleger.

Mekanismen, der tjener til at maale Trækket, består af 3 Stk ensarmede Vægtstænger F og F', der virke som een, idet Vægtstængsarmene for dem alle tre har samme Forhold. Den midterste er længere end de to andre og er til venstre gaffelformet, saa at den hviler med to Knivsejge paa to Støtter paa Maskinens Fodplade, hvorpaa ogsaa de to andre Vægtstænger hviler paa lignende Støtter. Bordet E hviler paa Vægtstængerne gennem 4 Egge, 2 paa de to korte og 2 paa den længere Vægtstængsarm i Midten. De tre Vægtstænger F hvile til højre i en fælles Bøjle, og derfra overføres Trykket til den øverste Vægtstæng, der bærer en Løbevægt, der bevæges automatisk til højre eller til venstre, efter som Løbevægten fordrer det. Løbevægten er nemlig Møttrik for en Skruer, der bringes til at rotere den ene eller den anden

Vej, eftersom Vægtstangen slaar i mod Kontakten k_1 eller k_2 og derved slutter en elektrisk Strøm fra et til Maskinen hørende elektrisk Batteri.

Forlagstøjet paa Maskinen bestaar af en Aakel med forskellige Remskiver, Tandhjul og Friktionskoblinger og er saaledes indrettet, at Skrueens krumme føres med med flere forskellige Hastigheder. Den bevægelige Platform L kan saaledes hurtigt føres i rigtig Stillning til Endspænden af Prøvestykket; naar man er naaet til henimod Strækgrænsen, kan man skaffe Maskinen en meget langsom Gang, hvorved Strækgrænsen bliver bedre kendelig, og naar man er naaet ud over denne, er man efter Hens over at lade Maskinen arbejde hurtigere indtil Bruddet.

Diagramapparatet. Diagrammet optegnes paa et Blad Papir, der er viklet om Tromlen t , af en Skrivestift s , der føres frem og tilbage langs Diagramtromlen af den samme Skrue, der bevæger Løbevægten. Skrivestiften vandrer altsaa i vandret Retning proportional med Trækkets Forøgelse eller Formindskelse saamtidig med, at Tromlen roterer proportionalt med Målelængdens Forøgelse. I dette Øjemed anbringes der paa Prøveløgen to Ringe r og r' , nøjagtig i Målelængdens Afstand fra hinanden, og paa disse hviler to Føleviser q og q' , der hver har to Arme, hvis



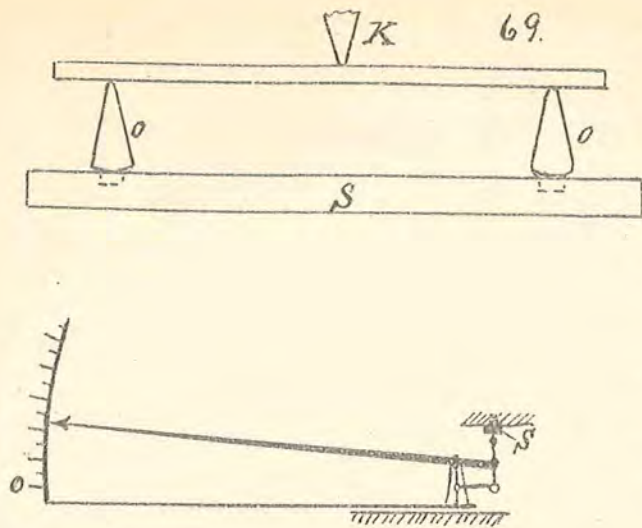
Enden ligge an hver paa sin Side af Prøveløgen. Den nederste Føleviser sidder fast paa en lodret ført Stang s , der er afbalanceret ved en Fjeder eller Kontarvægt, men et Vægtlod paa Tromlen u , drejende denne i Sædens Retning vil dog trække Stangen nedad, saameget som Føleviseren tillader det. Ringen eller Bøjlen r' vil imidlertid ^{bevæge} sig med

efter baade ved Forlængelsen af Målelængden og ved Forlængelsen af den af den over Målelængden liggende Del af Prøveløgen. Sidstnævnte Forlængelse maa altsaa trækkes fra den Vejledning, den nederste Ring har bevæget sig nedefter for at faa Forlængelsen af Målelængden, hvilket sker derved, at den øverste Føleviser sidder paa den ene Ende af en ligearmet Vægtstang v , der ved en Stang eller Nysølvbaand er forbundet med Vægtstangen y , hvis Arme er delt i Forholdet 1:2, og hvis korte Arm bærer Rullen t . Forlænger Prøvestangen sig, gaar altsaa Rullen t hen den halve Del af Forlængelsen nedefter, og ved det om t førte Nysølvbaand fra Stangen s til Tromlen u , dreyes sidstnævnte med et Stykke, der svarer til den hele Forlængelse. Ved Betragtning af den skematiske Fremstilling af Diagramapparatet vil nu let

forstaaes, at Tromlen ikke bevæger sig, naar begge Ringe-
ne n og n' bevæge sig samtidigt lige meget nedefter, enten
fordi Trøvestykket glider i Fjedspeendingen, eller fordi
Bevægelsen hidrører fra Forlængelsen af den uden for
Maalelængden liggende Del af Trøvestykket; derimod vil
Tromlen dreje sig, og saaledes at Diagrammet viser
Forlængelsen betydelig forøget, naar Stykket mellem
 n og n' forlænger sig, altsaa relativt set: naar n staar
stille, medens n' bevæger sig et Stykke nedefter svarende
til Maalelængdens Forlængelse.

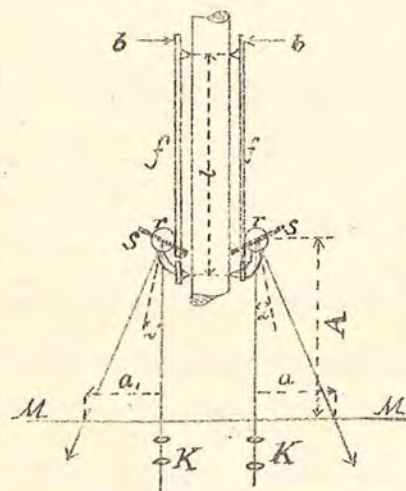
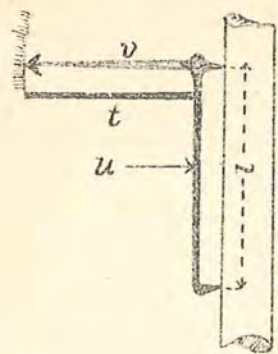
For at udføre Trykprøver med Timius-Øl-
sens Maskine aftages de nederste Fjedspeendingbakker, der
erstattes med en Trykplade, der fastgøres til Bordet C .
Genstanden, der skal prøves for Tryk, anbringes derefter
paa en paa Bordet C stillet Staaelynder, og Trykkets
Størrelse kan da aflæses ligesom ved Trækprøver.

For at kunne udføre Bøjningsprøver an-
bringes der paa Bordet C en lang Støbejernsplade
 S , hvori en Længdeindskoering, der styrer et Par
Opstandere O , som ere kileformede og afrundede
for oven og hvile paa S med et Par svagt krümmene
Flader, saaledes at de kunne vugge lidt. Ovenpaa
Opstanderne O , anbringes Trøvestykket, der modtager
Trykket af et kileformet Stykke k , der fastes lige
som den tidligere omtalte Trykplade til Bordet C .
Til Målingen af Nedbøjningen paa Midten benyt-



benyttes et Føleviser-
apparat. Ved at stille
paa Skruen S , der
rører Trøvestykkets Un-
derside, kan Viseren
stilles paa O , og en
Parallelogramforbin-
delse styrer Skruen
ens Nedsynken, naar
Nedbøjningen begynder.

Til Bestemmelse af Maalelængden
og dennes Forlængelse kan benyttes en Maalestok,
der kan være forsynet med Nonius, og til Be-
stemmelse af Trøvelegemets Trykkelse m. m. kan
benyttes de almindelige Skruemikrometre. Gøl-
det det derimod om at bestemme Legemernes ela-
stiske Egenskaber, altsaa Målinger indenfor Træk-
grænsen, maa saadanne Finmålinger udføres
med særlig dertil egnede Apparater. Af saadan-
ne skal nævnes Kennedy's Extensionsmeter og
Bauschingers Spejlapparat, der begge ere viste
skematisk i de omstaaende Figurer. Det første
bestaar af et retvinklet Stykke t , der med en
Staalspids er lejet i et Kørningspunkt ud for ne-
derste Maalemærke, og holdes med elastiske
Bånd eller Klæmfjedre u til Trøvestykket.



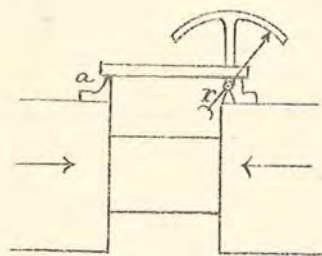
Foroven bærer Stykket en uligeartet Vægtstang v , der med en fin Spids er leynet i et Kørningspunkt ved for det øverste Maalemærke, og hvis anden Arm pejer paa en inddelt Skala. Omsetningsforholdet kan let bringes op til 100 , saa at der kan skønnes 1000 μ .

Ved Bauschingers Spejlapparat bevirkes Prøvestykkets Forlængelse en Tregning af et lille Spejl og som Viser benyttes en Lyskæde, der jo uden Vlempen kan gøres saa lang som ønsket. Spejlene er befæstede til to Ebonyruller r , der ved fine Spidser ere lagrede i en Bøjle, der

$$\frac{1}{2} \times \frac{(a+a_1)}{A} = \frac{\lambda}{r}; \text{ d. v. s. } \lambda = (a+a_1) \frac{r}{4A}$$

idet der paa Grund af de smaa Tregninger, der er Tale om, kan ses bort fra, at M ikke er en Kirtel om Rullen r 's Centrum. Naar $r = 3$ μ , $A = 750$ μ , saa bliver for $a+a_1 = 1$ μ : $\lambda = 1000$ μ . Der kan altsaa naas en høj Grad af Nøjagtighed i Bestemmelsen af λ , og da Experimentatoren kan opholde sig langt fra Prøvestykket, kan Varmen fra ham ikke komme til at gøre sig gældende.

Ved Trykprøver kan den relative Bevægelse af Trykpladerne mod hinanden benyttes som Maal for Prøvelegemets Forkortelse. Hertil kan benyttes et Apparat som det skitserede (Bauschinger), hvor der paa den ene Tryk-



plade fastgøres en Knivsej a , paa den anden en lille Rulle r , der bærer en Viser. Over a og r lægges en Stang af Jern, der ved Friktion sætter Rullen r og derved Viseren i Bevægelse.

Ved de hidtil nævnte Prøvemaskiner var det i Hovedsagen særlige Prøvestykker, der undersøgte deri, men man har ogsaa Prøvemaskiner, hvori færdige Konstruktionsdele, som flade eller runde Stænger til Broer eller lign., underkastes Strækprøver. Af en Leverage af saadanne Konstruktionsdele udtages saa f. Ex. hver 7^{de} Stang, og naar denne bestaar Prøven, bliver Resten antaget. I Amerika findes saadanne Prøvemaskiner med et maksimalt Træk af 1200 Tons, som kunne prøve 15 μ lange Stænger. Saadanne Maski-

mer bestaa af svære Dragere, der bære Fudspændings-
 apparaterne, hvoraf den ene føres af den hydrauliske
 Pressecynders lange Stempelstænger (Forkængelen
 kan jo blive meget stor, naar Konstruktionsdelen er lang),
 det andet bestaar af en Slags Vogn, der paa Skinner
 kan bevæges paa Dragerens Fod, og som bestaar af to
 Sæle, hvoraf den bagerste gøres fast til Dragerne. Naar
 Bruddet sker, fremkaldes et voldsomt Stød, der op-
 tages af Bevægelsen af den forreste Del af Vognen
 mod den bagerste, mellem hvilke der er indskudt
 et Slags Bremsapparat. Kraften bestemmes ved et
 Manometer paa Pressecynderen, hvori Trykket kan
 andrage 50 à 60 Atm.

Slagprøver

Ved de hidtil omtalte Prøvemethoder an-
 vendes en rolig, gradvis voksende Paavirkning; men
 ved mange og miltildrag talrige Anvendelser af
 Metallerne fordres Modstandsdygtighed overfor Slag-
 og Stødpaavirkninger, og navnlig er dette Tilfældet
 med næsten alt Jernbanemateriel. Mange Materia-
 lerne forholde sig imidlertid temmelig forskelligt
 over for rolige og pludselige Paavirkninger. En Jern-

baneskinne kan eksempelvis give meget gode Result-
 ater ved Træk- og Bøjningsprøver, men derimod
 kun daarligt Resultat overfor en Slagprøve. Det har
 derfor allerede tidligt været almindeligt anvendt at
 undersøgte Materialer til Jernbanebrug en Prøve
 ved at udsætte det for Paavirkning af Slaget fra en
 derpaa faldende Ramkreds. Den Sejghed, der skal til
 for at modstaa et Slag eller Stød synes altsaa at væ-
 re forskellig fra den, der giver sig til Kende ved en
 Trækprøve, hvor Spændingen faar Tid til at forplante
 sig successivt fra Molekule til Molekule, saa at den af-
 terhaenden bliver ens. Ved en Stødpaavirkning faar Kraf-
 ten ikke Tid til at forplante sig, saa at de Angrebepunk-
 tet nærmest liggende Molekuler bliver sprængt fra hin-
 anden, medens de andre næsten ikke paavirkes. Ev-
 nen til at staa imod en jævnt voksende Kraft og en
 Stødkraft er altsaa forskellig og synes ikke at staa i no-
 get nært Forhold til hinanden. Navnlig viser alt forforhol-
 digt Materiale kun ringe Modstandsdygtighed overfor Slag.

Ved Trækprøver kunde Kraften og det til
 Formforandringen anvendte Arbejde (Nettoarbejdet) maas-
 kes umiddelbart. Ved Slagprøver overføres derimod ik-
 ke hele Faldvægtens Energi til Prøvestykket; en stor Del
 af den gaar tabt, men hvor meget vides ikke; man er kun
 i Stand til at maale Bruttoarbejdet, der er Produktet af

Faldklodsens Vægt (G) og Faldhøjden (H). For at faa nogenlunde sammenlignelige Resultater af Slagprøver maa disse derfor udføres paa ensartede Maader med Apparater konstruerede efter samme Principper og under Anvendelsen af samme Antal Slag. Man kan saaledes ikke sammenligne Virkningen af 1 Slag med Virkningen af 10 Slag, selv om Summen af Energi-mængderne i de 10 Slag er lig Energi-mængden ved det enkelte Slag.

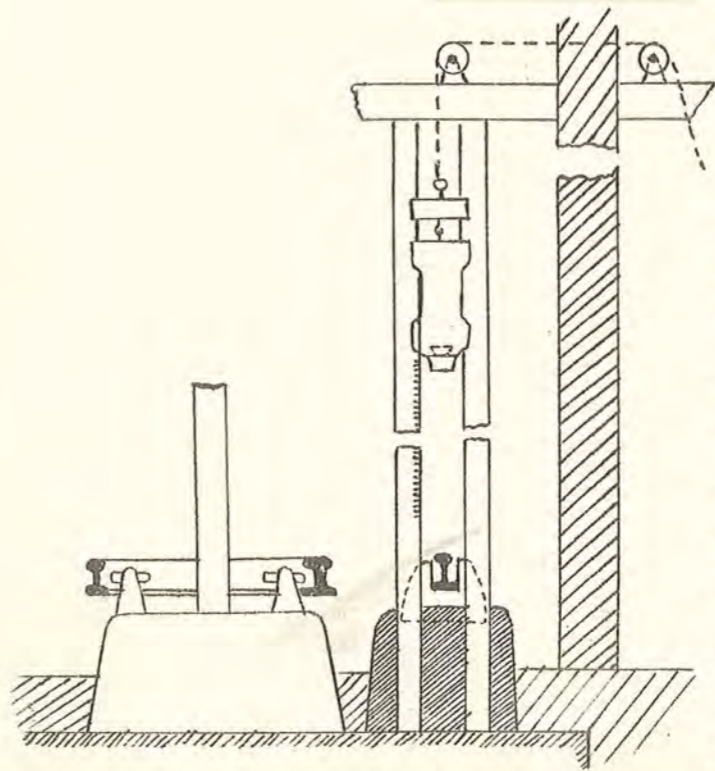
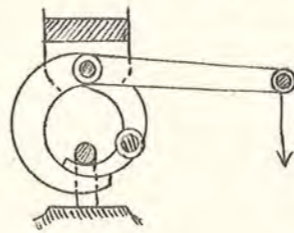
Slagprøver udføres som oftest paa hele Brugsstykker, altsaa paa et helt Stykke af en Jernbaneskinne, en Hjulaxel, en hel Hjulbrandage, o.s.v. For Jernbaneskinner maa der da for at faa sammenlignelige Resultater foreskrives en bestemt Længde af Skinnestykket med samme Fritliggende, thi Nedbøjningens Størrelse paavirkes af de ud over Understøttingerne ragende Skinneender, der paa Grund af deres Inerti først blive tilbage for og senere svinge ud over Hvilstillingen a .



Den internationale Kommission for ensartede Prøvemethoder har opstillet nedenævnte Grundsætninger for Konstruktionen af Slagværker:

Den normale Vægt af Faldklodsens 1000 Kgr, undtages vis 500 Kgr. Faldklodsens af Støbejern, støbt eller smedet Staal med Fyngdepunktet liggende saa dybt saa muligt. Hammerbaen af smedet Staal befestet med Svalehale og Hile i Fyngde-

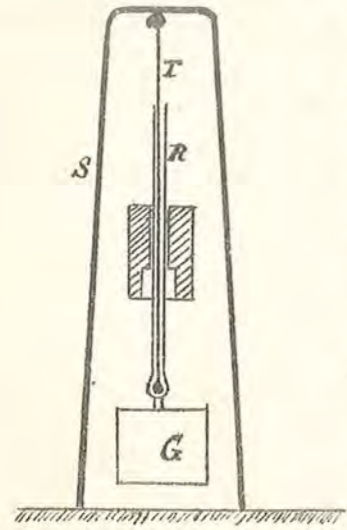
punktslinien, der maa ligge midt imellem Styreskinnerne. Disse kildannes i Reglen af Jernbaneskinner (smøres med Grafit), og Styringens Længde maa mindst være $2 \times$ Skinnesafstanden. Hammerbaen gøres plan, saaledes at der maa bruges Paasætningsstykker af saa ringe Vægt som muligt til Skinner, Hjulbrandage, Akser, m.m. I den i Figuren viste Udløsningsmekanisme.



Udløsningsmekanisme. til Faldklodsens anbefales, idet den forhindrer dennes Slingsving ved Udtrykningen og let indstilles til rigtig Faldhøjde. Løsestykkerne for Prøvegenet befestes solidt til Anbolten. Dennes Vægt skal være mindst $10 \times$ Faldklodsens. Fundamentet skal være uelastisk og bestaa af en solid Mærklods. Det anbefales ikke at bruge mere end 6^{te} Faldhøjde. Slagarbydet bestemmes af

den virksomme Faldvægt og Faldhøjden. Den virksomme Vægt bestemmes enten: 1) ved at indskyde et Fjederdynamometer mellem Faldklods og Træktor; ved langsom Nedfiring findes da Faldvægten ÷ Friktionen; ved Løftningen af Faldklodsen dennes Vægt + Friktionen; 2) eller ved Virkningen af et Slag af bestemt Faldhøjde paa en centrisk anbragt Normal-Kobbercylinder af bestemt Form og Vægt. Saadanne Normal-Kobbercylindre kunne bruges til indbyrdes Sammenligning af forskellige Slagværker. Friktionens Arbejde maa ikke være over $2\frac{1}{2}\%$ af Slagarbejdet.

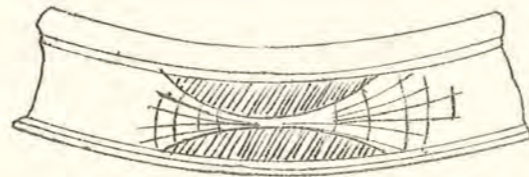
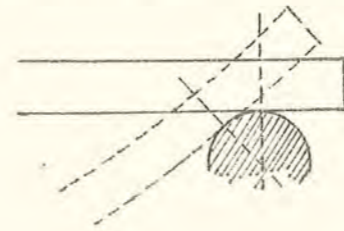
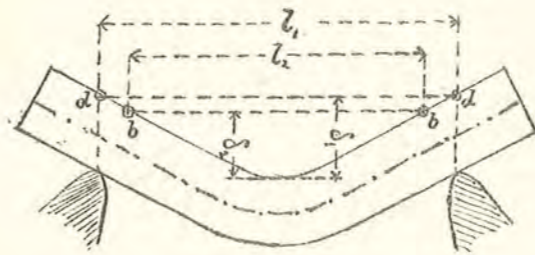
Jernhaadstovværk prøves med et stort Antal smaa Slag, hvilken Prøve kan udføres med et Slagværk, som det skitserede, hvor Tovet T er ophængt i et vægt Jernstat S og foruden belastet med en Vægt G, der bærer et Gasrør R, som tjener til Styr for Faldklodsen, der hæves og udløses af en Maskine omkøbt 13 Gange pr. Minut.



Bøjningsprøver udførte med et Slagværk er den almindeligste Form for denne Art Undersøgelser. Der maales det Antal Slag Z eller Arbejdsmengden $Zt = Z \cdot h \cdot G$, der skal til for at frembringe Brud eller en bestemt Nedbøjning af Prøvestykket.

Til Måling af Nedbøjningen kan anvendes to Fremgangsmaader. Ved den første, der almindeligvis anvendes af Jern-

banerne maales i Forhold til den oprindelige Afstand af Understøtningerne l_1 , altsaa d_1 , idet man lægger en Retskede af Længden l_1 , saaledes at Enderne af den falder i Punktterne d, d , hvorpå Nedbøjningen maales til Prøvestykkets øvre Flade. Ved den anden Maade afmærkes Punktterne b, b paa den øvre Flade, saaledes at de inden Nedbøjningen har Afstanden l_2 og maales derefter Nedbøjningen d_2 fra en mellem b, b udsættet Snor.

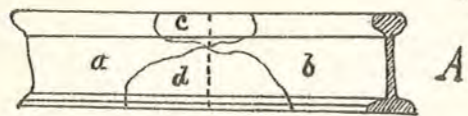


Ved Skinner og lignende Prøvestykker, der ere beklædt med Glødstal fra Valningen, springer denne af ligesom ved Strækprøver, naar Strækgrænsen overskrides. Der dannes i Reglen to halvmaanedformede Pletter, hvorfra der staaelformigt udgaa krømme Linier, som lodret krydses af andre Liniegrupper, og som maa finde sin Forklaring deri, at Strækningen finder Sted paa en sbrudt Maade, saaledes at de enkelte Lmaadele forskydes for hinanden i regelmæssig Rækkefølge. De halvmaanedformede Pletter dannes paa samme Maade, men her ligger

de halvmaanedformede Pletter, hvorfra der staaelformigt udgaa krømme Linier, som lodret krydses af andre Liniegrupper, og som maa finde sin Forklaring deri, at Strækningen finder Sted paa en sbrudt Maade, saaledes at de enkelte Lmaadele forskydes for hinanden i regelmæssig Rækkefølge. De halvmaanedformede Pletter dannes paa samme Maade, men her ligger

Linierne ses tæt ved hverandre, at hele Glødskaalen derved bliver fjernet.

Brudformen ved Slagprøver stemmer ogsaa nøje overens med den, der faas under Bøjepróver ved rolig Belastning. Den ideale Brudform (Fig A) skulde indeholde 4 Brudstykker a, b, c, d; men i Reglen det ene eller det andet af de to Stykker a og b hæ-



A



B

gende ved Hovedstykkerne a og b, hvorved Brudformerne B og C og lign. fremkommer, men selv i saa Fald ser man som oftest en Bestræbelse til Adskillelse efter de punkterede Linier.

Jernet som Handelsware.

Tværsnitsformer.

Man kan skelne mellem Stangjern og Profilyern eller Façonjern, der vales i Kalibervalser og hovedsagelig kun udvales i een Retning, Længderetningen, og Slader, der udvales i to Retninger og efter Udvalsningen beskæres

paa Kanterne.

Stangjern er som oftest Svejsjern, sjeldnere blødt Staal, paa Grund af dets ringere Svejselighed. Det faas som firkantet, fladt, rundt og ogsaa sexkantet Stangjern. Efter Materialets Godhed kan man for det almindelige Handelsjern skelne mellem forskellige Kvaliteter, saaledes for Svejsjern:

- 1) Nittejerns-Kvalitet (best-test) med Minimum af Styrke $37 \frac{kg}{cm^2}$ og 15% Forlængelse,
- 2) Hestesko-Kvalitet, $35 \frac{kg}{cm^2}$ og 18% Forlængelse
- og 3) alm. Handelsjern, hvor Prøver med forbindende Garanti ikke bruges. For Staal haves kun to Kvaliteter:

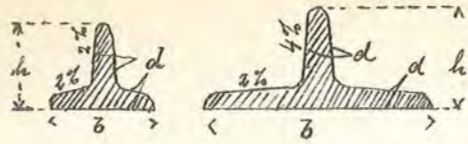
- 1) Nitte- og Hestesko-kvalitet, $34-44 \frac{kg}{cm^2}$ og 20% Forlæng.
- og 2) alm. Handelsjern uden forbindende Garanti. Alle Prøverne gælde dog kun for Sladjern til $16 \frac{mm}{cm}$ Tykkelse, der ogsaa ere de mest brugte, for Rund- og Firkantjern til $25 \frac{mm}{cm}$ Tykkelse. Tyndt Stangjern sælges i Bündter og i store Længder som Baandjern. For Stangjern gælder iøvrigt, at den største Tykkelse er lig den halve Bredde, den mindste Tykkelse lig $\frac{1}{4}$ af Bredden.

Profilyern. Heraf haves uestildags et meget stort Udvalg saavel af forskellig Form som af forskellige Dimensioner indenfor hver enkelt Art. Tidligere anvendtes mest Svejsjern til deres Forfærdigelse; nu anvendes næsten udelukkende blødt Staal dertil. I Tyskland er der ved Over-

enskomst mellem tekniske Autoriteter og Værkerne opstillet "Normalprofiler" for alle Arter Profilerne, og hver Dimension indenfor samme Form har da sit særlige Nummer, der staar i et simpelt Forhold til Profilets Hoveddimension. 3 Værkernes Profilbøger findes der opført Profilerne No., Dimensioner, Vægt pr. løb. Meter, Modstandsmoment m. m. De hyppigst anvendte Profiler findes angivet i "Hütte": des Ingeniørs Taschenbuch

Vinkeljern er i Reglen retvinklede; skævtvinklede kunne faas efter Bestilling. Ligeftlejede Vinkeljern er de mest anvendte, No. betegnes ved Fligens Bredde i cm. No. 1½ - 3½ kan faas i to, alle øvrige No. i tre Tykkelser, f. Ex kan No. 10 ($b = 100 \text{ mm}$) faas med Tykkelse 10, 12 og 14 mm. Af uligeftlejede Vinkeljern haves to Sorter, hvor Fligens Bredde forholde sig som 1:1½ og som 1:2. Hvert No. (betegnet f. Ex 5/10) kan faas i to Tykkelser. En Mængde uligeftlejede Vinkeljern, der særlig anvendes til Skibsbygning, danne en særlig Kategori. - Ved Vinkeljern er Fligene altid lige tykke, disses udvendige og indvendige Sider are parallelle, de udvendige Hjørner ere skarpkantede, de indvendige afrundede.

T-jern, hvoraf haves to Slags, nemlig med $b = h$ og $b = 2h$. Profilmnummeret angiver b og h i cm. (f. Ex No. 10/5) For de første (smal Fod) er Tykkelsen $d = 0,1h + 1 \text{ mm}$,

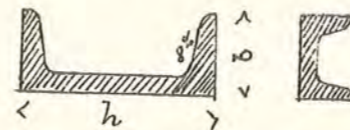


for de sidste (bred Fod) er

$d = 0,15h + 1 \text{ mm}$. d betegner Middeltykkelsen, idet Fodens og

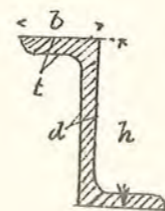
Stammens Linier hælde 2 til 4%.

L-jern har Flangebredden $b = 0,25h + 25 \text{ mm}$, Profil No. lig h i cm, de indvendige Flangeflader

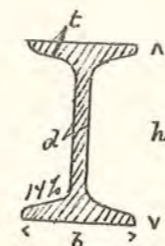


hælde 8%, alle indvendige Hjørner afrundede, de indvendige skarpe. De saakaldte Waggonbjælker danne en særlig Kategori af L-jern.

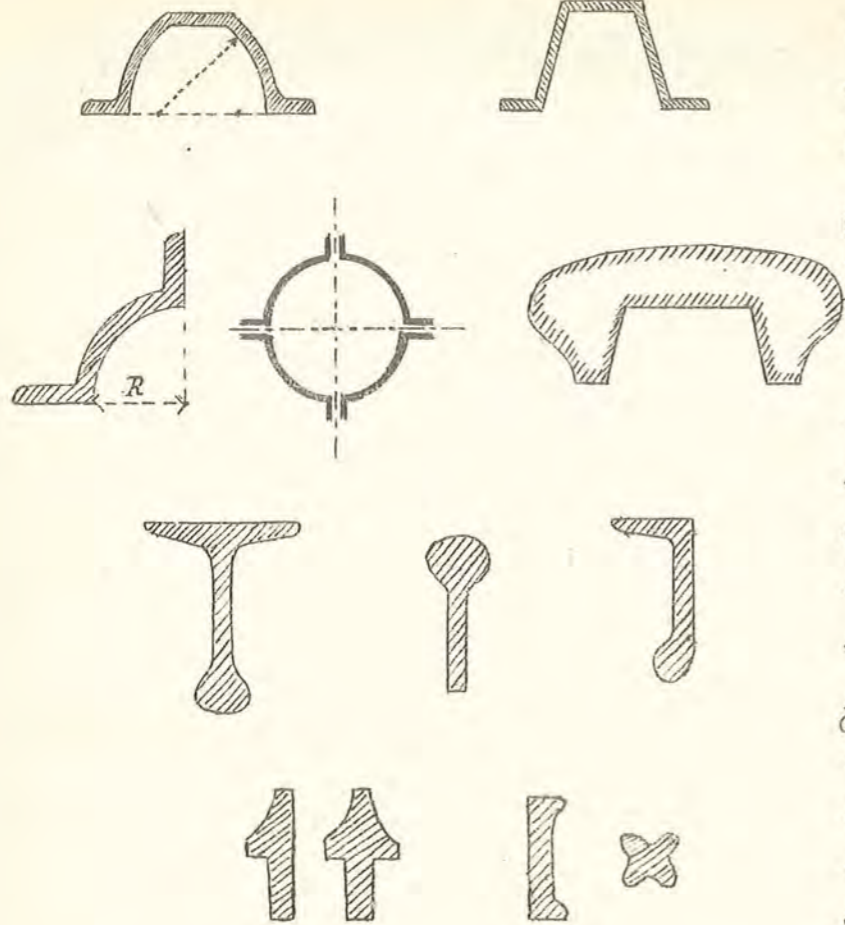
Z-jern (Z-jern) har $b = 0,25h + 30 \text{ mm}$, $d = 0,035h + 3 \text{ mm}$ og $t = 0,05h \text{ mm} + 3 \text{ mm}$. De indre Flangeflader are parallelle med de udvendige.



Dobbelt T- eller I-jern har for h indtil 250 mm: $b = 0,4h + 10 \text{ mm}$ og for $h > 250 \text{ mm}$: $b = 0,3h + 35 \text{ mm}$, og i første Tilfælde er $d = 0,03h + 1,5 \text{ mm}$, i sidste $d = 0,036h$. De indvendige Flangeflader hælde 14%, Profil-No. lig h i cm. Foruden de egentlige "smalflangede" I-jern findes en Del bredflangede, varierende efter de forskellige Værker.



Omstændige Figurer viser to Former af Belægningjern eller Zoresjern til Brodæk og lign., Kvadrantjern (Profil-No. angiver Radius i cm) til Søjler,



Haandlistejern
og forskellige
Former af Vælt-
jern til Skits-
brug (T, I og
7 Vælt).

Desuden ha-
ves mange
mindre For-
coner til
særligt Brug
som Sporsse-
jern i forskel-
lige Profiler,
Krydsjern, Læ-
stjern, smaa
Profiler til
Kornbeton,

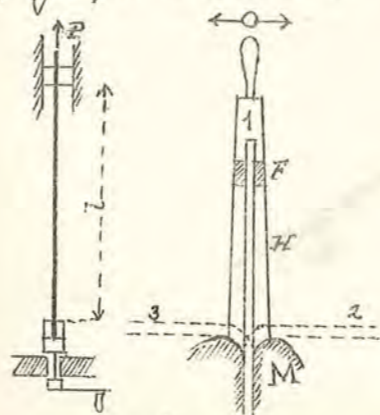
til Hegnsbrug m. m. - Til Profiler kan ogsaa regnes Skin-
ner, Underlagsplader, Lasker m. m. til Jernbanebrug.

For alle Profiler efter de tykke Normalpro-
filer angives Normallængden til 8^m, største Længde til
12^m, indtagen for dobbelt T-jern, hvor Fallene ere
henholdsvis 10 og 14^m. Der kan dog faas større Læng-
der mod Overprisen.

Der anvendes ogsaa her til Lands en Del en-
gelske og belgiske Profiler, hvis Dimensioner maa sø-
ges i de enkelte Verkens Profilerbøger.

Traad er væltet og trukket i cirkulært Tver-
snit af Jern eller Staal; man har ogsaa særlig
Façontraad af halvrundt, ovalt eller kantet Tver-
snit. Diametren angives efter N^o i en Traadløse; den tykke
Traadløse (Millimetertraadløse) gaar fra 1 til 100, saa-
ledes at N^o angiver $\frac{1}{10}$ mm (altsaa N^o 20 er 2^{mm} i Dia-
meter). Hos os bruges mest den engelske Traadløse (B.W.G. =
Birmingham Wire Gauge), der ogsaa gælder for Blik og
Baanjern og gaar frem efter $\frac{1}{32}$ ang. Tommer.

For Traad, navnlig til Telegrafbrug og til Forværk
foreskrives, foruden Trækprøver, Vridningsprøver og Bøjepøver.
Ved de første foreskrives, at en bestemt Længde, i Reglen 150^{mm},
skal kunne bære et vist Antal Omdrejninger om sin e-
gen Ase, inden den brydes (15 indtil 27 eftersom Diam.
aftager fra 5 indtil 2^{mm}). Den ene Ende af Traaden spæn-
des til et Haandsving, den anden



til en Slidse, der tillader Traaden
at forlænge sig eller forkorte sig. Un-
dertiden spændes Traaden med en
mindre Vægt.

Bøjepøver udføres oftest paa
den Maade, at Traaden spændes

mellem Klemmer med Radius 10^{mm} eller 5^{mm} og bøjes frem og tilbage, idet Tråden gaar list gennem en Boring F, der er befestet til en Vægstang H med Dredningspunkt i M. Tråden føres langsomt fra 1 til 2 og derfra over 1 til 3. Bøjningen 1-2-1 eller 1-3-1 regnes som fuld Bøjning, og der maales det Antal Bøjninger, som Tråden kan taale, inden den brister.

Tråd med Diameter (Plyske $40 \text{ kg}/\text{mm}^2$)

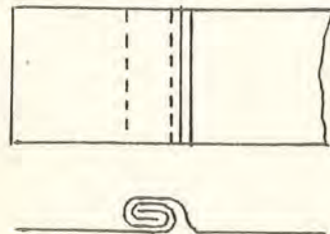
	5	4	3	2,5	2	1,7	mm
skal taale Antal Bøjninger	6	7	6	9	13	15	
om Radius	10^{mm}		5^{mm}				

Man har ogsaa Telegraftråd af hårdt Staal med Plyske $130-140 \text{ kg}/\text{mm}^2$ og 5% Forlængelse pr 500^{mm} .

Plader. Man skelner mellem

- 1) Tynde Plader $0,4^{\text{mm}}$ indtil $5,5^{\text{mm}}$, der angives efter N^o i en Pladelære; i den tykke Pladelære angiver de laveste N^o de tykkeste Plader og omvendt;
- 2) Tykkere Plader eller Kedelplader indtil 40^{mm} tykke, men for større Tykkelser end 26^{mm} indtræder Overpriser.

Tynde Plader, som 3^{mm} tykke eller derunder, be-



dømmes i Reglen efter Bøjelighedsprøver enten i kold Tilstand eller i hærdet Tilstand; saaledes kan der foreskrives, at saadanne Plader skal kunne udholde at falses dobbelt i en

lige Form som paa Figuren forr. Side, eller at foldes paa dobbelt Maade, som ligeledes vist paa en



Fig.

For Plader, som for andre Jernvarer, gælder, at Betalingen derfor retter sig efter en Grundpris pr Ton eller pr Kgr, der forandrer sig efter Kvalitetstyperne, hvortil lægges en Overpris dels for Kvaliteten af jernet, dels for det større eller mindre Besvær med Udvalningen, saaledes for særlig store Dimensioner eller Vægte, særlig Form, og ved Profilerne for usædvanlig store Længder eller andre Profiler end de sædvanlige. For Kedelplader betales der saaledes Overpriser:

1) for Kvaliteten, idet der skelnes mellem Feldkanalplader, Bertelplader og Kappelplader

2) for Vægt, idet den normale Vægt vokser med Pladetykkelsen

3) for Dimensioner og

4) for Form, idet runde Plader f. Ex ere dyrere end firkantede. Eksempelvis anføres, at Grundprisen gælder for Plader paa 10^{mm} og derover:

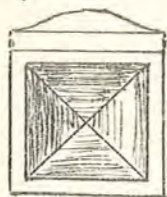
af blødt Staal: med Bredde $2,00^{\text{mm}}$, Fladeindh. 80^{mm} , Vægt 1000 Kg .

" Svæjgeren: " " $1,70^{\text{mm}}$ " 60^{mm} " 500^{mm}

Den mængde Vægt af en Plade kan dog overskride den normale meget betydeligt. Krupp i Essen har saaledes fremstillet en Staalplade af Længde 20^{mm} , Bredde $3,4^{\text{mm}}$, Tyk-

kelse 32^{mm} og Vægt 17000 Kgr.

Af Plader med særlig Form haves forskellige Slags. Saaledes bulede Plader, dannede som en Klo-



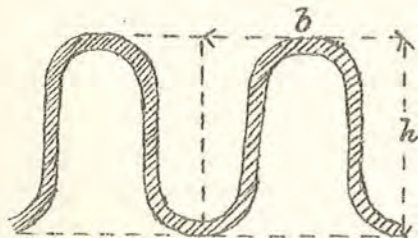
sterkvalvning med flade Rande og af kvadratisk, rektangulær eller trapezoidal Form med $\frac{1}{10}$ til $\frac{1}{5}$ Fuldhøjde, 5 til 10^{mm} Tykkelse.

De benyttes til Underlag for Brobæner eller til Loftkonstruktioner mellem I-Drægere. De laves ogsaa til samme Brug som flade Kapper (Tøndeløvling) med $\frac{1}{8}$ til $\frac{1}{2}$ Fuldhøjde og 60 til 80^{mm} brede, flade Rande.



Ripede Plader, der ved at passere et Par mindre Valses forsynes med et opstående rindet Mønster, benyttes til Trappetrin, Gulv i Maskinrum, Fortøge paa Broer, m. m. - Bølgeblik,

der ofte leveres i galvaniseret Stand, kan enten være fladt Bølgeblik med h:b (Højden til Bølgebredden) $\leq \frac{1}{2}$, eller højt Bølgeblik (paa Tysk: Träger-Wellblech) med h:b $> \frac{1}{2}$.

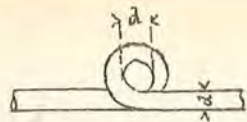


Det første benyttes til Tagdekninger, til Bygninger, som store Skure og lign., det sidste til Brodæk, Stageadskillelser m. m., og i bøjet Form, hvorved det kan bringes til at bære betydeligt mere, til Afdekning mellem I-Bjælker og til Frem-

stilling af hvælvede fritbærende Bølgebliktag. - Endelig haves tynde Jernplader overtrukne med Zink (Koldblik), med Zink (galvaniserede), samt med flere andre Metaller som Bly, Kobber og Nikkel.

Rør. Gas- og Vandrør kunne enten være stücksvejsede eller løpsvejsede, hvoraf de sidste ere de stærkeste og de dyreste. De faas i Dimensioner fra $\frac{1}{8}$ til 4 Tommer sug i Diameter og i Længder paa ca. 14 Fod og med alle Arter af Forbindelsestykker. Det samme gælder om Damp rør, der forberedes med større Vægtykkelse og altsaa er stærkere. Man har ogsaa svejste Rør med indtil 1 $\frac{1}{2}$ Tom. Diameter og derover til Dampledninger; til Borerør med langt Jern og stærke ovale Muffer. Endelig Mannesmann's Rør uden Svejsfuge valsede ud af Siemens-Martin Staal eller Digelstaal til Kedelrør, til Rør, der skal taale flere Hundrede Atmosfærers Tryk, som Muffe-Staalrør til Erstatning for de mindre stærke, støbte Rør, til Telegrafstænger og lign., endvidere som Rør af hårdeligt Digelstaal til hullt Værktøj (Bor og lign.), til Kulsyreflasker m. m. m.

Svovledes Kedelrør prøves, skal senere omtales. Alm. Gas- og Vandrør prøves undertiden ved i kold Tilstand at sus dem om en Pøjle med en Diameter 5 à 6 Gange Rørdiameteren. Tiltrukne Rør til Bremses kan ses forlangt, at et Stykke Rør,



efter at være udglødet og fyldt med Sand, skal kunne bøjes efter en Kurbel med Rørets udoendige Diameter uden at faa Revner eller Rids-
ser.

Hovedindsførselen af Jern til Danmark sker fra England, Tyskland og Sverrig. Fra England kommer navnlig Raajern og Plader til Skibs- og Kedelbrug. Tyskland har siden Opkomsten af det bløde Staal og efter Indførselen af hensigtsmæssige Normalprofiler faaet Overmagten i Levering af Bygningsjern; men der leveres nu ogsaa mange Jernba-
neskinner, Brandager samt Stangjern til Smede-
brug fra Schlesien, medens Rhinlandene fortrins-
vis leverer Bygningsjern. Fra Sverrig leveres foruden Pladejern og smedede Søm navnlig Stangjern, væ-
sentlig som Svævejern til Brug for Smedene, som fra gammel Tid foretrakke det svenske Jern, fordi det la-
der sig underkaste næsten enhver Behandling uden at ødelægges.

Det smedelige Jerns Egenskaber

a) Struktur. Denne maa betegnes som kornet

krySTALLINt. Brüddets Udseende er dog forskelligt efter Jer-
nets kemiske Sammensætning, (jo kulstofrigere, desto
mere finkornet er Brüddet), efter den forudgaaede
Behandling (ved mekanisk Behandling som Valning
og Smedning bliver Brüddet mere finkornet) og efter den
Maade, hvorpaa Brüddet fremkaldes. Brüddets Udseende
kan derfor som Regel ikke benyttes til Bedømmelse af Jer-
nets Egenskaber.

Ved Svævejern skelner man mellem se-
net, grovkornet og finkornet Struktur. En regelmæssig
langsenet Struktur er ved Svævejern Tegnet paa Pøgg-
hed og viser sig, naar man brækker Jernet over
ved at gøre et Mejselhug paa den ene Side og derpaa
bøje det saaledes, at Indhugget gaber. Grovkornet Struk-
tur betragtes derimod som Kendetegn paa et daarligt
Jern, der er sprødt og skørt, og et større Fosforindhold,
der giver skørt Jern, meddeler ogsaa dette et grovkor-
net Brüd og forhindrer Smedningen. Det kulstofrigere
Finkornjern, der benyttes til Nitler, Søm, Traad og lign.,
kan ikke gøres senet og viser en ensartet, finkornet Struk-
tur.

Det bløde Staal har en ensartet, sædvanlig
temmelig finkornet Struktur. Det kulstofrige og derfor
haarde Digel- og Svævestaal har et overordentligt fin-
kornet Brüd. Brüddets Finhed benyttes da ogsaa som

Kendtegn paa Staalets Haardhedsgrad.

Da Staalets Egenskaber maa antages at afhænge dets kemiske Sammensætning og dets Struktur, har man ved mikroskopiske Metalundersøgelser (Metallografien) søgt at bestemme de Egenskaber hos Staalet, der svare til en bestemt Struktur, og Resultatet af saadanne Undersøgelser skulde da i Fremtiden kunne tjene til Vejledning saavel for Staalværkerne i Retning af den Fremgangsmaade, der maa anvendes for at frembringe den ønskede Struktur, som for Jernforbrugerens i Retning af, hvilken Struktur, der maa fordres af Hensyn til Jernets Anvendelse.

Åtsprøver kunne ofte give gode Oplysninger om skjulte indre Fejl (Kulheder, Slaggerester og lign), og de kunne udføres med simple Hjælpe-midler. Åtsningen udføres med passende Syre, som Saltsyre med eller uden Vand, hurtigere ved en Blanding af 2 Dele Salpetersyre med 1 Del Svovlsyre (udvikler Damp af Salpeterundersyre). Syren trænger ind i og angriber de mindre tætte Steder af Jernet og gør dem derved kendelig for Øjet, og da det haarde kulfstofrige Jern angribes mindre stærkt end det blødere, vil det, naar Jernets Sammensætning er uensartet, træde frem i Relief. En Tvørenitsplade af det Jern, der skal undersøges, files og slibes absolut glat og hæn-

ges med i Syren, der mindst maa staa et Par Milli-meter over Fladen. Fra Tid til anden tages Jernet op, afskylles med Vand og renses med en Børste for Slam og detslige, hænges paany med, indtil Syrens Angreb viser sig tydeligt. Vil man opbevare Prøven, kan den efter sidste Rensning dryppes i Kalkvand og derpaa i kogende Vand, saalænge til Stykket har faaet et Varmer nok til at fordampe al Fugtighed derpaa.

I den ætsede Flade af et Staalstykke ser man allerede med blotte Øje, men endnu bedre med Loupe, de ofte meget talrige Luftblærer, der ere bleve sammentrykkede ved Smedningen, og Valningen og derfor først træde frem ved Åtsningen. Som alt meddelt udøve de, naar de ere smaa, ikke nogen særlig skadelig Virkning, medens de, naar de ere store eller strække sig ud til Overfladen kunne være skadelige. Ved Åtsningen kan ligeledes Hülrum, hidrørende fra Svindet ved Afkølingen, tilfældige Fejl, Slagger eller andre fremmede Legemer, der tilfældigt ere indkomne, Revner opstaaede ved Behandling i blaa Varmer m.m. give sig til Kende.

Ved Åtsning af Svoveljern blottes de indeslukkede Slaggeredele, falde ud, efterladende et Hülrum, saa at man derved kan danne sig et Skøn over Slaggermængden, Svovelfuger komme til Lyne som Fordybninger; Rev-

dannelsen viser sig ved Otsning paa en Langside. - Vil man øtte et bestemt Sted paa en Plade, hvor man antager, der findes en Fejl, kan man omgive Stedet med en Rand af Vax, indenfor hvilken Pyren indholdes.

b) Vægtfylde og Tøthed formindskes ved Indhold af fremmede Bestanddele, ved Svejsen saaledes paa Grund af Slaggen, hvis Mængde kan variere fra 0,1 til 3%; ved Staalet bevirker de tielligere nævnte Blærer og Kultrium en saadan Formindskelse. Jo færre saadanne Blærer, der oprindeligt findes i Staalstykket, og jo mere dette forarbejdes ved mekanisk Behandling, navnlig i jo tyndere Tværsnit det smedes eller valses ud, desto lettere vil det som Regel blive. Vægten af 1 Kubikmeter Svejsen kan sættes til

— — — — —	blødt Staal, der er udvalset	— — — — —	7850 "
— — — — —	Staalstøbegods	— — — — —	7860 "
— — — — —	Støbejern	— — — — —	7250 "

c) Haardhed og Hærdelighed. Haardhed er den Modstand, som et Legeme udøver mod Indtrængning deri af et andet haardere Legeme, saaledes som Begrebet benyttes ved Bedømmelsen af Mineralier, for hvilke man har opstillet en Haardhedsskala, der som bekendt omfatter 10 Trin, begyndende med Talk og endende med Diamant. - Jo renere det smedelige Jern

er, jo færre fremmede Stoffer det indeholder, desto blidere er det, men de forskellige Stoffer udøve dog en forskellig Virkning i Retning af at forøge Jernets Haardhed.

Haardheden og Hærdeligheden påvirkes i særlig høj Grad af Kulstofindholdet, saaledes at man ved blødt Staal sædvanlig forstaar et Staal med ringere Kulstofmængde, ved haardt Staal et med større Indhold deraf. Ved Værktøjsstaal ordnes Haardhedsskalaen ofte ligesom efter Kulstofindholdet. De magnetiske og elektriske Egenskaber afhænge ligeledes af Haardheden. Erfaringen viser ogsaa, at det haardeste Jern (det gælder ogsaa andre Legemer) er det stærkeste, hvorfor det ogsaa er blevet Regel at bedømme Haardheden deraf efter Brudgrænsen. Haardt Staal har en Brudgrænse over $42 \text{ à } 45 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}$.

En meget betydelig Haardhed opnaas ved at legere Sigelstaal med Krom, Wolfram og Nikkel, og saadant Staal anvendes til Værktøj, til haarde Genstande, til Kanonkærne og lign. Det samme er Tilfældet med Mangan, om end ikke i samme Forhold som de tielligere nævnte Metaller. Med den større Haardhed vokser Evnen til at modstaa Slid, men med Haardheden vokser imidlertid ogsaa Staalets Sprøthed, altsaa Tilbøjeligheden til at springe itu

Jern med omkring 0,5 % Kulstof og derover, altsaa nærmest Svejpestaal og haardt Staal, kan haerdes, det vil sige faar større Haardhed ved efter at være kirsebærroedglødende at blive dyppet i koldt Vand. Ved Genopvarmning kan det afhaerdes, og ved Anlobning kan det gives en efter Anvendelsen passende Haardhedsgrad. Hærdningen gør Staalet mere finkornt og ensartet i Brøddet; Brøddgrænse og Elasticitetsgrænse høves, Forlængelse og Kontraktion formindskes, og samtidig med Haardheden vokser Skørheden. Virkningen af Hærdningen er foruden af den kemiske Sammensætning afhængig af den Temperatur, hvortil Staalet opheedes og af Afkølingens Hurtighed.

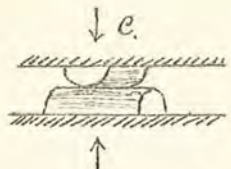
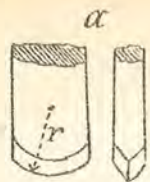
Det bløde Staal, der anvendes som Bygningsjern og lign., maa ikke kunne modtage Hærdning, og det prøves derfor ved at gøre Skrinder eller Stænger deraf rødglødende, derpaa kóle dem pludseligt af i Vand af ca 28° C. og derefter bøje dem saaledes, at de danne en Støjfe med en Diameter paa Bygningsstedet, der staar i Forhold til Trøvestykkets Tykkelse. Ved denne Prøve for Hærdskørhed maa der enten ingen Revner vise sig eller kun uvæsentlige Overfladeridsler. Ved at behandle det bløde Staal og ogsaa Svejpejern, som om man vilde hærdne det, kan nok Styrken stige noget og Forlængelsen aftage noget, men ikke i væsentlig Grad.

En yndommelig Virkning af Hærdning med paafølgende Udglødning eller Anlobning træffes ved Staalstøbegods, idet Hærdningen her tildels erstatter Smedningen. Staalstøbegods udstøbes jo strax til færdige Bruggenstande, som Tandhjæl, Skibsstaerne, Hjerteskykker og lignende Genstande, som paa Grund af deres Form vanskelig vil kunne smedes, og som man ønsker at give en større Styrke og Leighed end den, der kan faas ved at forførdige dem af Støbejern. Saadant Staalstøbegods forædles ligesom ved en mekanisk Behandling ved Anhærdning og Udglødning, idet Styrken derved bliver noget, Leigheden betydelig større end i den raæ Tilstand.

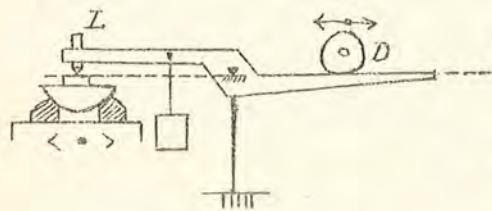
Exempelvis kan anføres:

	Brøddgrænse	Forlæng.	Kontraktion
Martinstaal med 0,28 % C			
i raæ Tilstand	46 $\frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$	9%	2,6%
hærdet i olie og udglødet	49 —	2,1 —	36,4 —
Martinstaal med 0,87 % C			
i raæ Tilstand	60,5 —	1,4 —	—
hærdet i olie og udglødet	82 —	3,4 —	3,1 —

Til Prøvning for Haardhed er der foreslaet forskellige Metoder. Man kan saaledes bestemme Haardheden ved Indtrykning af et Stempel eller en Mejsel af bestemt Form og maale enten Indtrængningsdybden for et bestemt Tryk, eller det Tryk, der fordres for en bestemt Indtrængningsdybde.



Ved Møtlen a maales Endtryk-
kets Længde, ved d Diametren, ved
de krydsende Cylindre c maales
det Tryk, hvorved det første bli-
vende Endtryk fremkalder. Det
er imidlertid vanskeligt at gi-
ve disse Stempler passende og
ensartet Haardhedsgrad, ligesom ogsaa Tilfældigheder,
hvor Stemplet rammer, kan spille en væsentlig Rolle.



3 Forsøgsanordningen i Char-
lottenburg anvendes der en
Ridseprøve med en kegle-
dannet Diamantspids (ca
90%), under hvilken Trive-
stykket ved en Art Plade forskydes langsomt. Ved Løbevæg-
ten D belastes eller aflastes Diamanten L . Som Målestok
for Haardheden kan benyttes den Belastning af L , der
fremkalder en bestemt Breddelse ($0,01 \frac{mm}{mm}$) af Stregen.

d) Smedelighed og Svæselighed. Jo jævnere
Jernet gaar over fra fast til flydende Tilstand, og jo stær-
kere Opvarmning det kan taale, uden at smelte, desto
lettere er det at smede, hvorefter følger, at det kulstof-
fattigere Jern er lettere at smede end det kulstof-
rigere. Andre Endblandinger formindske ogsaa Sme-
deligheden, men i forskellig Grad. Nærlig gør kun

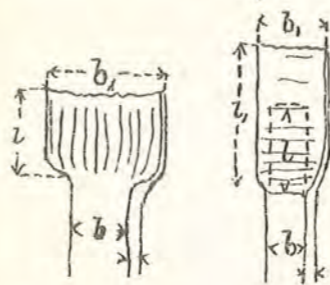
et ringe Indhold af Svovl Jernet „rødskort“, og ikke a-
lene dets Forarbejdelse i rødglødende Tilstand vanske-
ligere eller umulig derved, men kan ogsaa give An-
ledning til Ridses og Revner i Jernet, der maaske
ikke strax bemærkes og senere kunne foranledige
Brud. Facoujern med tynde Flanger kan derfor
ikke vales, naar Svovlindholdet overstiger en vis
Størrelse; man behøver altsaa i Almindelighed kun
at befrugte Svovl i Jern, der leveres i simple Form-
er. Medens i Svejsejern allerede 0,02 % Svovl virker
skadeligt, kan det bløde Staal ^{taale} 0,05 % og mere, fordi
Manganet, der i Reglen findes i det bløde Staal for-
mindsker Svovlets skadelige Virkninger.

Blauskørhed optræder ved alle Jernarter, men
ved dem, der ere fremstillede i flydende Tilstand, —
Staalet — i langt stærkere Grad end ved Svejsejer-
net. Den består deri, at Jernet, naar det ved Bear-
bejdelsen afkøles under Rødglødhede til den Tempera-
tur 200 à 300°, hvor Jernet antager blaa Anlidsfarve
(her blaasort Udseende), bliver skørt og derfor lettere faar
Ridses og Revner, der ere meget fine og derfor vanske-
lig ses, men ogsaa af den Grund saa meget farligere,
som de senere ved Jernets Benyttelse kunne give
Anledning til Brud. Jernet og altsaa navnlig Staalet
maa derfor ikke underkastes mekanisk Behandling

ved den blåa Varme; ved Smedning, Røjning og Optagelse af Kauter maa Bearbejdelsen altsaa ophøre, saa snart Jernet ikke mere viser Glødning, naar det f. Ex. guides med et Træstykke, Hammerskaft eller lignende. Kan Stykket ikke gøres færdigt, maa det altsaa varmes paany. Overfor Stød og Slag skal Blaaskørheden være størst ved højere Temperatur endog indtil 500° . Staalstænger, der baade i kold og i rødvarm samt i koldt Filstand kunne bøjes helt sammen uden at faa Ridsler og Revner, kunne i blaaskør Filstand, maaske højest baade at bøjes 45° . — Blaaskørheden viser sig ikke blot, medens man bearbejder Jernet ved den nævnte kritiske Temperatur, men her en saadan Bearbejdelse fundet Sted, kan Materialet endnu være skørt efter Afkølingen.

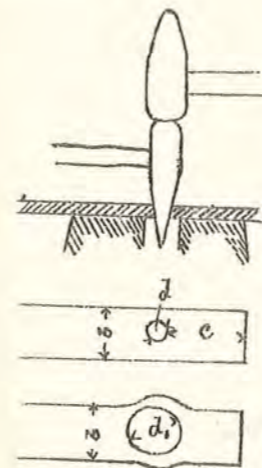
For at prøve Jernets Anvendelighed til praktisk Smedbrug og dets Egenskaber i Retning af Bearbejdelsesveje samt mulig Filstedeværelse af Rødsørhed foretages kolde og varme Smedeprover dermed, men ved disse Prover spiller naturligvis ofte Arbejderen's Duellighed en ikke uvæsentlig Rolle, og da jo Proven nærmest maa afpasses efter Materialets Gjemed, anvendes der ogsaa mange forskellige Ater af Smedeprover. — Svøjsejern underkastes Prover for Kold- og Rødsørhed ved Bøjelighedsprover over en Dorn med en vis Radius i kold og

kirsebærrodglødende Filstand, og desuden foretages som oftest en Udsmedningsprøve derved, at en ca 40^{mm} bred Skimmelmel, taget af et Vinkeljern, Stangjern eller Glade, smedes ind til $1\frac{1}{2}$ dobbelt Breddes med Hammerpenen ført parallelt med Valseretningen. Ved denne Prøve maa der ikke vise



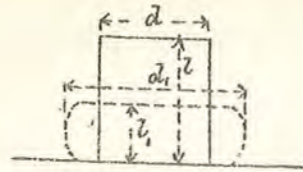
sig Tegn til, at Sammenhængen i Jernet brydes. Figuren viser en saadan Udbredningsprøve \perp og \neq Valse-retningen. l tages passende $1,5$ \hat{a} $2b$, og som Maal for Materialets Godhed kan ogsaa Forholdet $\frac{l_1}{l} \times 100$ eller $\frac{b_1}{b} \times 100$ benyttes.

Blødt Staal prøves for Rødsørhed ved en Smede- og Lokkeprøve, idet en Provestimmel i rødvarm Filstand



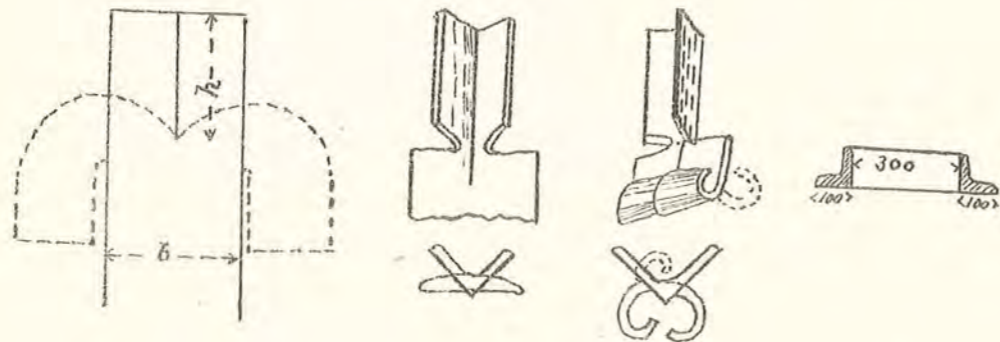
smedes ned til 6^{mm} Tykkelse og ca 40^{mm} Breddes og lokkes i rødvarm Filstand med et keglestubformet Stempel, 80^{mm} langt og med 20^{mm} og 30^{mm} Diameter henholdsvis ved den tynde og den tykke Ende. Det 20^{mm} Hul skal da kunne lade sig vide ud til 30^{mm} , uden at Hullet herved begynder at rive ud. c bør være mindst 35^{mm} .

For Nittejern foreskrives Stålkølleprover i Reglen i saadan varm Filstand, hvori det



skal anvendes, undertiden dog ogsaa i kold Tilstand. Et Prøvestykke af Længde = $2 \times$ Diametren stikkes da i lysrød Varme eller i kold Tilstand sammen til $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{2}$ af den oprindelige Længde uden, at der derved maa fremkomme Ridses.

De følgende Figurer vise forskellige andre varme og kolde Smedeprøver. En Stang spaltes i den

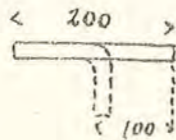
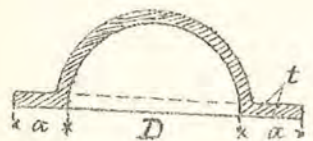


Ende paa en Længde $h = \text{ca. } 1,5 b$, og Fligene slaas med med Hammeren, alt i een Hæde.

Valsede Profilerne prøves ofte i hele Stykker.

Vinkeljern til Skibsbygningsbrug prøves ofte for Bøjning i kold

Tilstand, som Figuren viser, efter den ene fladtrykkes Flig-

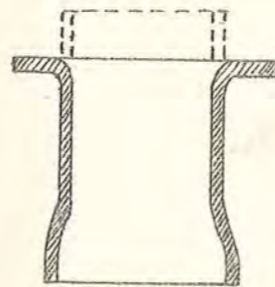


$\frac{1}{2} \times 20$

gene, efter at der er dannet et Indsnit deri; efter de andre ruller de op. I varm Tilstand kan man forlange, at der skal kunne dannes en Ring af et Vinkeljern med Diameter ca $3 \times$ Bredden af Fligene, der forblive plane. Figuren viser ogsaa en Prøve for \perp , I- og \sqcup -Jern, der spaltes i kold Tilstand, og Spalten begrænses af et boret Hål. Den ene Del skal da i Varmen kunne bøjes en vis Vinkel. For Stæder foreskrives ofte en Kaldprøve, der udføres i en eller flere Hæder med en ombøjet Rand liggende i Stædens oprindelige Plan, og der kan foreskrives, at den indre Diameter D skal være $40 \times$ Tykkelsen, $a = 10t$. For Jern til Smedebrug eller til Nitter kan forlanges, at en deraf smedet rund Stang f. Ex 20 mm i Diameter skal kunne taale at bøjes et vist Antal Bøjninger, Udretninger og Bøjninger til modsat Side, alt i een Hæde. Der kan saaledes efter Jernets Kvalitet forlanges 4-30 Bøjninger paa 90° og Op- retninger, naar Jernet er varmet til hvid Svejshæde.

Rør, navnlig til Dampkedler, underkastes i Reglen en Bertelprøve, hvor der ombøjes en Krave, der

ved blødt Staal skal danne 90° med Røret, og Kravens Breddes bestemmes i Forhold til Rørets Diameter. Ved saadanne Rør anvendes ogsaa ofte en Udvidningsprøve ved at hamre Røret i kold Tilstand over en Dorn, og Rørdiameterens



Forøgelse sættes i omvendt Forhold til Godstykkelsen. Til Prøvning af Rør kan ogsaa anvendes en Stærknings- eller Trykprøve med Rørstykker med Længde = den udvendige Diameter. Figuren viser de karakteristiske Foldninger, Røret antager ved denne Prøve, og jo mindre Godstykkelse, desto flere Folder vil der danne sig.



Svejselighed findes i højere Grad hos Svejserjernet end hos det bløde Staal, der berøver en langt forsigtigere Opvarmning, og hvor Svejsstemperaturen ligger lavere end ved Svejserjernet. Naar en Svejsning er udført, som den skal være, har den næsten samme Styrke som Jernet selv, men ikke enhver Svejsning lykkes godt, og da Svejsninger derfor til en vis Grad rumme en Fare, indgaaes Svejsninger saavidt muligt ved alle saadanne Genstande, saasom Hjulbandager til Jernbanejern og Staalskinner, hvor et Brud kan medføre Ulykker. En Svejsning kan prøves ved at bøje Prøvestykket koldt med Svejsstedet i Bøjningen; der kan ogsaa foretages en Trækprøve dermed, og der kan f. Ex. tolereres en Formindskelse af 5% i Brüdgrænsen.

e) Styrkeegenskaberne. Som allerede tidligere omtalt kan man ikke bedømme et Materiales Brugbarhed til Bygningsøjemed alene efter dets Brüdgrænse

thi de fleste mekaniske Paavirkninger, det udsættes for under Anvendelsen, ere ledsagede af Stød og Rystelser i mere eller mindre Grad, og jo stærkere Stød og Rystelser det udsættes for, desto sejjere maa Materialet være, eller desto længere maa dets Elasticitets- og Brüdgrænse ligge fra hinanden. Det er ogsaa nævnt, at til sikker Bestemmelse af Modstanderne overfor Stød er Forlængelsen ved Brüddet ofte ikke engang tilstrækkeligt, men dertil udkræves virkelige Slagprøver.

Styrke og Sejjhed af de forskellige Porter smedeligt Jern kan svinge indenfor temmelig vide Grænser. Saaledes kan Styrken eksempelvis svinge mellem 30 og 180 Kgr pr (mm^2). Den afhænger af Jernets kemiske Sammensætning, dets Bearbejdelse, den Temperatur, hvorved denne er foretaget, m. m.; men i almindelighed kan siges, at naar Brüdgrænsen paa en eller anden Maade bringes til at ligge højere, saa vil Sejjheden aftage og omvendt. Om det i det enkelte Tilfælde er rigtigst at vælge et Jern med høj Brüdgrænse og en ringere Sejjhed eller et meget sejgt og derfor mindre stærkt Jern, maa ganske afhænge af den Anvendelse, der skal gøres deraf.

d) Fudflydelsen af den kemiske Sammensætning. Med Fudholdet af fremmede Bestanddele vokser Jernets Haardhed og indtil en vis Grad dets Styrke, me-

dens Sejgheden tager af. De forskellige Stoffer udvise dog i saa Henseende en forskellig Indflydelse.

Kulstoffets Indflydelse er meget betydelig; naar det stiger fra 0,1 til 0,9 % over Brændgrænse og Strækgrænse omtrent til det dobbelte, medens Sejgheden formindskes stærkt. Ved ca. 1% Kulstofindhold naar Brændgrænsen sit Maximum; derefter aftager saavel Styrke som Sejghed (nærmer sig til Støbejern). Staal til Bygningsjern indeholder omkring 0,1%, Jernbænkener ca. 0,4%, Staal til Fjedre og Værktøj over 0,5% Kulstof, Staalstøbejerns 0,3-0,6% og derover.

Silicium og Mangan virke begge i svagere Grad end Kulstoffet til at forøge Styrken og formindskede Sejgheden; for at denne ikke skal formindskes for meget, sættes almind. 0,1% Si og 0,3-0,5% Mn som Grænser, der ikke ønskes overskredne ved Bygningsjern. Mangan træffes altid i Staal vændt i flydende Tilstand, da det tilføres under Fabrikationen for at reducere de derunder dannede Jerniltforbindelser. Som tidligere nævnt kan Mangant virke gunstigt til at forøge Staalets Smedelighed, idet det formindskes den ved et Indhold af Svovl hidrørende Fælgelighed til Rødskeethed. Staal med et meget stort Indhold af Mangan, over 7%, Manganstaal, kan anvendes til Værktøjsbrug.

Fosfor er Staalets værste Fjende, idet selv kun

et ringe Indhold deraf gør Staalet sprødt og skørt, - koldskørt, - og derfor farligt ved de fleste Anvendelser. Et større Fosforindhold kan gøre Staalet saa skørt overfor Stød og Slag, at det springer ihjæl som Glas. Virkningen vokser med Kulstofindholdet og er stærkere udbalt ved Staalet end ved Svejsejernet. Fosforindholdet ved blødt Staal maa være mindre end 0,1% og ved særligt blødt Staal til Dampkedler og lign. ikke overskride 0,03 til 0,04%. Til Skinner forlanger Statsbanerne, det højst maa andrage 0,075%.

Svovl, Kobber og Jernforilte gør Jernet røds skørt; Nikkel, Krom og Wolfram forøger Staalets Styrke og Haardhed, som tidligere nævnt.

Deshaft har opstillet nedenstaaende Formler for Staalets Styrke (B) og Forlængelsen i % paa 200^{te} (S) i Forhold til Procentindholdet af de forskellige Bestanddele af Indblandingerne deri (udglødet Metal):

$$B = 30 Kp + 18 C + 36 C^2 + 18 Mn + 15 S + 10 Si \quad Kp \text{ pr } (1000)^2$$

$$S = 31 \div 27 C \div 4,1 Mn - 4,5 Si$$

Saadanne Formler maa imidlertid ikke tillægges alfor stor almen gyldig Betydning; tilmed spiller den forskellige Bearbejdelse og Behandling af Jernet en ofte lige saa stor Rolle som den kemiske Sammensætning.

2) Indflydelsen af mekanisk Behandling.

Foregaar denne ved Glødhede virker den gunstig, idet

Styrken tiltager, uden at Sejgheden tabes, og navnlig ved den støbte Staalblaks mekaniske Behandling i Glødhede forædles Materialet betydeligt deri; det vinder i Styrke og Sejghed i betydelig Grad, jo mindre Forvænit det bringes ned til ved forstærket Udsmedning eller Valsning. Anderledes ved Bearbejdelsen i kold Tilstand; her vil Smedning, Valsning, Trækning, m.m. forøge Haardheden og Styrken, medens Sejgheden aftager. Elasticitetsgrænsen kan efter saadan Behandling næsten komme til at falde sammen med Brudgrænsen. Jo haardere Jernet er, desto stærkere viser Virkningen sig, og det omhandlede Forhold findes forøvrigt Sted ved næsten alle Metaller, der finde Anvendelse i Bygningsvæsenet, som ved Kobber og navnlig ved dens Legeringer særlig ved Messing. — Man gør undertiden Brug af det nævnte Forhold; saaledes stivkammeres undertiden blødt Jern for at give det Stivhed og dermed nogen Fjederkraft. — Saadant Jern, der er blevet haardt og sprødt ved Bearbejdelsen i kold Tilstand, kan ved passende Udgødning gengives sin oprindelige Styrke og Sejghed. Ved Trækning i kold Tilstand af Staaltraad bliver denne til sidst saa stiv, at den videre Bearbejdelse bliver umulig, naar der ikke foretages en Udgødning, hvorved Traaden genvinder sin oprindelige Smidighed. Beholdes Traaden i ikke udglødet Tilstand, kan den paa Grund af sin

store Stivhed og Styrke maaske anvendes til Fjedere. Traakæder udglødes ofte af og til for at gengive dem deres oprindelige Sejghed.

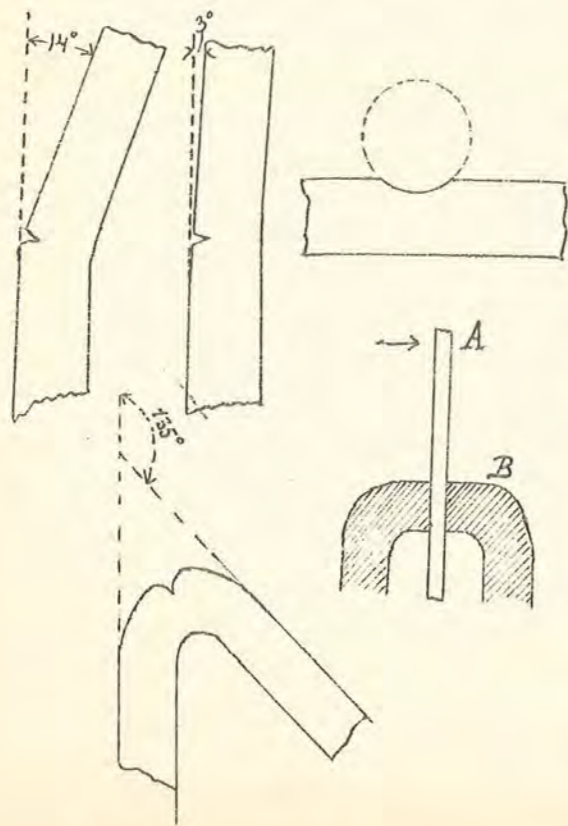
3) Lokning, Klipning og Mejsling bevirker en lignende Forandring, som den ovenomtalte, altsaa en Forøgelse af Materialets Stivhed og Haardhed ved Komprimeringen hidrørende fra den angivne mekaniske Behandling; men den derved frembragte Svækkelse er i dette Tilfælde begrænset til et smalt Parti, nogle Millimeter fra Kanten af den klippede Flade eller det lokkede Stik. Virkningen er ogsaa her stærkere ved det haardere Staal end ved det blødere, større ved Staal end ved Svæjsjern, og forsvinder ved Udgødning. Ved Lokning af Stikker til rullede Jernkonstruktioner formindskes altsaa deres Modstand overfor Stødpaavirkninger betydeligt, og Jernet omkring Stikkerne bliver tilbøjeligt til at slaa Revner, der senere let udbrede sig videre selv med nok saa ringe en Begyndelse. Dette Forhold indgaaes ved at:

- 1) bore Hullerne til den rette Diameter strax
- 2) lokke dem med ca. $5 \frac{1}{2}$ mm mindre Diameter og derefter bore dem op til den rette Diameter
- 3) lokke dem til den rette Diameter og derefter udgløde Stykket.

Naar Glader eller andre Jerndele beskæres med Sav

eller med Mejsel, bør det Snittet nærmest liggende Materiale afhøves eller affses indtil ca 3^{mm} fra Snittet, medmindre Sladerne udglødes. Tagttagele af de angivne Regler for at fjerne Svækkelsen ved Lokning eller Klipping m.m. er af stor Vigtighed, særlig ved Dampkedler, Brøer og lignende Konstruktioner.

Særlig fosforholdigt Staal svækkes stærkt ved den mekaniske Behandling ved almind. Temperatur. Man har Exempler paa Vinkeljern af Staal med 0,1% P. og 0,29% S, der tilfjedsstillede alle de almindelige Stræk- og Bøjelighedsprøver, men som revnede ved kun 14° Bøjning af en 30^{mm} bred



Strimmel, der blev udskaaret af Vinkeljernet og behandlet ved Klipping paa de lange Sider. En lignende Strimmel, der blev lokket næsten tangentielt til en langside kunde endog kun taale en Bøjning af 3° . En Strimmel AB indspændt i en Skruestik og udsat for Slag af en Hammer

ved A sprang ved B næsten uden Bøjning paa Grund af Sammenklemningen paa dette Sted. Derimod kunde en Strimmel af det samme Staal efter at være filet paa Kanterne og underkastet en forsigtig Bøjelighedsprøve taale at bøjes gennem en Vinkel paa 135° . Sikkerheden hidrørte altsaa alene fra den ringe mekaniske Behandling, Prøvestrimmerne havde undergaaet.

Ved Tildannelsen af Prøvestykker til Trækprøver maa der naturligvis tages Hensyn til de her berørte Forhold.

4) Fremstillingsmaadens Indflydelse

Ved Spørgsmaalet Svejsejern contra det bløde Staal maa det erindres, at Svejsejernet i Følge sin Oprindelse bestaar af sammensvejede Jernkorn eller Krytaller, der i under Valningen forlænges ud og giver Jernet en fibret eller lamelagtig Karakter; men selv om det er godt behandlet ved gentagne Udhammeringer og Valninger, vil det dog altid i Følge sin Oprindelse indeholde Slagger. Staalet, der er vundet i smeltet Tilstand, danner derimod mere en homogen Masse med samme Egenskaber i alle Retninger; det er et slaggefrit renere Materiale uden Svejsesteder.

Ved senet Svejsejern, som det mest almindeligt benyttes, vil Styrken og Stærkeligheden i Længderetningen, s. parallelt med Fibrene, derfor

vare ikke ubetydeligt større end i Tværetningen. Der forlanges derfor almindelig af Plader af Svejsjern f. Ex til Broer og lign:

Styrke i Floedvalsretningen mindst 35 Kgr pr ($\frac{1}{16}$ "²) med mindst 10% Forlængelse, derimod Styrke i Tværetningen mindst 28 Kgr pr ($\frac{1}{16}$ "²) med mindst 3% Forlængelse.

Det bløde Staal staar ikke ubetydeligt over Svejsjernet saavel i Retning af Styrke som Sjæghed, saaledes at det med samme Styrke forbinder større Sjæghed og omvendt. Der stilles derfor i begge Retninger ikke saa lidt større Fordringer til det bløde Staal end til Svejsjernet. Ved Staalet angiver man dog i Reglen samtidigt et Minimum og et Maximum for Styrken, fordi man sædvanlig ønsker et blødt Staalmateriale, fordi Staalet med høj Brudgrænse, altsaa det haardere Staal, er mere paavirkeligt for skadelige Indflydelser, hidrørende fra mekanisk Behandling, Lokning, Nitning, m. m. og mindre modstandsdygtigt overfor Rystelser og lignende Paavirkninger. Saaledes forlanges som Leveringsbetingelser for Staalplader til samme Ojemed som ovenfor:

Styrke i Længderetningen mindst 37 og højst 44 Kgr pr ($\frac{1}{16}$ "²) og mindst 20% Forlængelse,

Styrke i Tværetningen mindst 36 og højst

45 Kgr pr ($\frac{1}{16}$ "²) og mindst 17% Forlængelse.

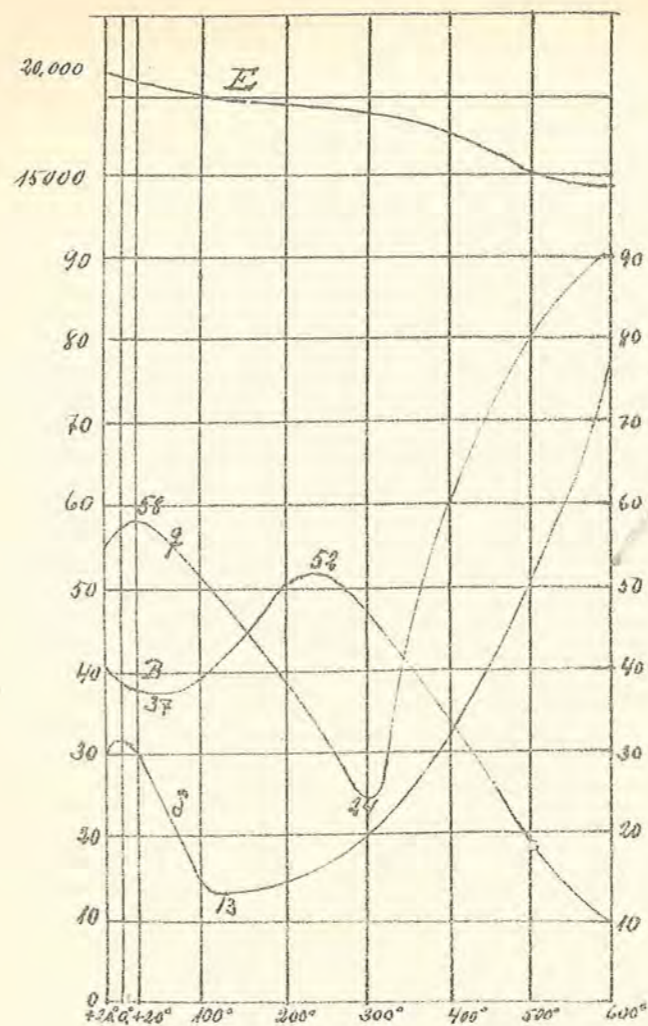
Der er altsaa i Modsetning til Svejsjernet kun tilladt en ringe Forskel efter de to Retninger, dog tillades et lidt større Spillerum tværs paa Valsretningen. Bøje-lighedsprøver ere ligeledes meget strengere for det bløde Staal end for Svejsjernet.

Staalet kræver en langt forsigtigere og mere omsigtsfuld Behandling i Værkstedet end Svejsjernet, og det maa i det Hele taget behandles efter rigtige Principper for at give et godt Resultat. Ved det Fremkomst kendte man ikke disse rigtigt eller tillagde dem ikke den fornødne Vægt, hvorfor der ogsaa ofte kun opnaaedes et daarligt Resultat, Brud paa færdigbyggede Konstruktioner og lignende Katastropher, der valte megen Mistro mod det nye Materiale. Staalet er, saaledes som tidligere nævnt, mere bleaskørt end Svejsjernet, og en Røve, der dannes deri ved uforsigtig Behandling i den blåe Varme, udbreder sig lettere videre i Staalet end i Svejsjernet. Det samme gælder overfor Lokning, som Staalet er meget følsomt for; Materialet om Stillet bliver skørt, og en begyndt Røve deri udbreder sig hurtigere og lettere i Staalet end i en Svejsjernsplade. En uregelmæssig Opvarmning eller Afkøling af en Staalplade kan ogsaa iundertiden gøre denne skør.

En anden Betsøg til de uheldige Resultater ved Anvendelse af Staal i den varmeste Tid efter dette Materiales Fremkomst var den, at man anvendte et haardt kulstofrigt Staal, der var i Besiddelse af en stor Styrke, hvilket man betragtede som en væsentlig Fordel derved. Nu foreskriver man tværtimod i hvert enkelt Tilfælde en vis Maximumstyrke og tillægger Sejgheden, i Modsætning til Styrken, en større Betydning.

5) Temperaturens Indflydelse.

Mellem 0 og 100° har Temperaturen ingen væsentlig Indflydelse paa Styrkeegenskaberne; derimod stiller Forholdet sig anderledes over 100° og under 0°. De vigtigste Resultater af Prøver med Jern og Staal over 100° er, at der findes et Maximum af Styrke mellem 200 og 300° ledsaget af et Minimum af Forlængelse og en stor Forøgelse af Størheden. Om disse Forhold er der anstillet omfattende Forsøg af Professor Martins i Berlin med forskellige Arter af blødere og haardere Staalarter. Figuren (næste Side) viser en grafisk Fremstilling af Forsøgsresultaterne med et Materiale, der i udglødet Tilstand havde en Brudgrænse af ca. 38 Kgr pr ($\frac{mm}{mm}$). Forsøgstemperaturerne varierede fra $\pm 20^\circ C$ til $+ 600^\circ C$. Ved $\pm 20^\circ$ anvendtes en Kildeblanding



af Is og Salt, ved 100° og 200° anvendes Stangen med et Bad af smeltet Parafin, ved 300° og derover med et Bad af smeltet Metal eller legeringer.

E betegner Elasticitetskoefficienten og B Brudgrænsen begge i Kgr pr ($\frac{mm}{mm}$), δ Forlængelsen i % paa 200 $\frac{mm}{mm}$ og F Tværsnitsarealets Formindskeelse i %.

Hovedresultaterne af Undersøgelserne vare følgende:

1) E er jævnt aftagende med stigende Temperatur og ens for de forskellige blødere og haardere Staalarter.

2) F -grænsen falder ligeledes med stigende Temperatur, men meget hurtigt, saaledes at der ved 400° ikke findes nogen saadan.

3) B har et svagt Minimum omkring 60° og et betydligt Maximum mellem 200 og 300° og falder derpaa stærkt. Jo haardere Materialat er, ved desto højere Temperatur begynder Stigningen i Styrke og ved desto lavere Temperatur begynder den paany at aftage. Ved 800° , 0 : i Rødglødhede, er Styrken ikke væsentlig større end Bly og Jern.

4) S har stærkt Fald mod Minimum mellem 100 og 200° og derefter stærk Stigning, medens γ omkring 300° har et meget udtalt Minimum og derefter stiger meget stærkt. At Brudstyrken vokser, hidrører maaske fra, at Føremittet er hindret i at kunne trække sig sammen.

Disse Forsøg give altsaa gode Oplysninger om Aarsagen til den tidligere omtalte Blaaskørhed med 200 og 300° . Mekanisk Behandling af selv et udmærket Staalmateriale i den blaa Varme kan altsaa give Anledning til Brud, af et færdigt Arbejde, og en begyndende fin Røve udbreder sig langt lettere i Staal end i Søsejernet, hvis særlige Struktur forhindrer Forplantningen af Røver. Et daarligt Resultat ved Forfærdigelsen af en Genstand af Jern behøver altsaa ikke at skyldes et daarligt Materiale, men kan ogsaa hidrøre fra en urigtig Behandling af dette.

Jernets Formindskelse i Styrke ved høje

Temperaturen kommer naturligvis til at spille en Rolle ved Jildebrande i Bygninger med Jernkonstruktioner, navnlig saadanne, der indeholde større Mængder af brændbare Stoffer. Saadanne kan der derfor blive Tale om at beklæde Jerndelene med slatte Varmeledere for derved at udsætte Bruddet saa længe som muligt. Det bedste, men dyreste Beskyttelsesmiddel er i saa Henseende Isolering med Asbest-Kieselgruber, det billigste aftagelige Kalkstensbeklædninger. Desuden maa der drages Omhu for, at Jernet frit kan udvide sig. For Støbejerns Vedkommende er der kun iagttaget en ringe Tilbagegang i Styrke under Varmens Paavirkning, saaledes at det sluttelig opnaar samme Brudstyrke som Staalet. Støtte Konstruktionsdele har altsaa større Modstandsdygtighed overfor Jld, navnlig da man paa Grund af dets ringere Styrke i kold Tilstand maa vælge væsentlig svære Dimensioner derfor.

Temperaturer under 0° . Jern og Staal ere de eneste Metaller, paa hvilke de lavere Temperaturer have nogen Indflydelse, idet deres Skørhed tiltager i Kulden. Dette har navnlig givet sig til Kende ved Jernbane-materialer, man anfører saaledes efter en Statistik 1 Skinnebrud om Sommeren mod 30 til 40 om Vinteren, hvilket maaske dildels ogsaa hidrører fra Sporets mindre

Elasticitet om Vinteren, naar Jorden er frossen. I Rustand har man tillagt Forholdet saa stor Betydning, at man har ment det nødvendigt at foreskrive Slagprøver ved $\pm 15^\circ$ med Skinner. Indflydelsen af Kildegrader skulde iøvrigt være den: at den er meget ringe, hvor det drejer sig om langsomt virkende Kræfter, — Strækprøver kan endog give bedre Resultater ved lave end ved almindelig Temperatur, — men den er ret betydelig ved Stødvirkinger og giver sig til Kende ved en vokende Skørhed, efterhaanden som Temperaturen falder.

b) Gentagne Isavirkninger. Et Brud kan naas ved ofte gentagne Isavirkninger, maaget hver enkelt af disse ikke naer op til Brudgrænsen. Disse Forhold, hvortil der maa tages Hensyn ved Fastsættelsen af Sikkerhedskoefficienten, er i den nyere Tid bleven ikkødt en videnskabelig Form efter talrige Varighedsforsøg af Wöhler, Bauschinger, m. fl. og er iøvrigt fra gammel Tid blevet benyttet f. Ex til at bryde en Jerntraad ved gentagne Bøjninger frem og tilbage eller en Støbejernsklod ved gentagne paa hinanden, følgende. Slag. — Naar Isavirkningerne holdes under en vis Grænse, fremkaldes dog ikke Brud, selv ved et ubegrænset Antal Isavirkninger. Tidligere forklarede man Bruddet efter gentagne Is-

virkinger under Brudgrænsen ved, at Jernet ved hyppig Skiftet fra Træk til Tryk eller ved Rykelsen blev skørt og antog en krystallinsk Struktur (senet Jernjern blev grovkornet), men efter derom anstillede Forsøg synes det at fremgaa, at hyppig gentagne Spændingsvariationer ikke frembringe nogen Endring af Struktøren, men at Bruddet fremkaldes ved en Summation af de smaa blivende Formforandringer, som fremkommer ved hver Overskridelse af Elasticitetsgrænsen.

f) Beiteskørhed har navnlig Betydning ved tynde Genstande, der behandles med Syrer for at fjerne Glødskeal f. Ex ved Traadtrækning eller som tilfældigt udsættes for sure Vædsker. Den hidrører fra Jernets Legering med udviklet Brist og forsvinder ved Opvarmning eller længere Lagring. Jernet bliver skørt, men taber forøvrigt ikke i Styrke

Det smedelige Jerns Anvendelse
og Trøining

Svejsjernet, der, forinden de nyere Metoder til Staalfabrikationen opkom, anvendtes forinden til Smedebrug ogsaa til Bygningsjern af alle Arter, til Jernbaneskinner m. m., er nu paa disse sidste Omraader næsten helt fortrængt af det bløde Staal, medens det endnu anvendes en Del til Smedebrug, da det er lettere at behandle i Varmen og navnlig lettere at svejse. Hos os anvendes fra gammel Tid meget det svenske Svejsjern, der som Trækuljern er meget rent og kan taale enhver Behandling. Til Dampkedelplader spiller Svejsjernet ogsaa endnu en Rolle, og det foreskrives ofte til Nitte til Dampkedler, Braer og lign. - navnlig det bløde, svenske Svejsjern - i Særlighed hvor man ikke kan anvende Malmnitning, hvorved Nitningen hurtigt kan udføres ved den mest passende Temperatur, og for Staalnitte gælder det ogsaa, at Nitningen bør udføres mellem Temperaturgrænser, der ligge hinanden meget nærmere end ved Svejsjern. Ved Håndnitning risikerer man ogsaa lettere, at der kommer paa Nitte, efter at den er holdt op med at gløde. Finkornjern bruges som alt nævnt meget til Nitte, Traad, Løsn, m. m.

Bessemerstaalet og Thomasstaalet anvendes nærmest til Massefremstilling af grovere Jerndele, saasom Jernbaneskinner og Joeller, ligeledes til Bygningsjern: Trægere, Vinkeljern og Plader, hvortil navnlig det bløde Thomasstaalet har fundet Anvendelse. Thomasstaalet bruges nu ogsaa paa Grund af den større Grad af Smidighed, Smidighed og Svejselighed, den basiske Proces giver i Modsætning til den sure, til blød Traad, tynde Plader og almindeligt Stangjern til Smedebrug.

Martinstaalet anvendes navnlig til store Smedestykker, som Kanoner, Skibsæller og andre Arter til Maskinbrug og til Jernbanekul - Bandager, Plader til Dampkedler og Skibbyggningsbrug, til Rør og Traad, til Facoujern m. m., og Siemens-Martinstaalet og da navnlig det basiske foretrakkes, naar det gælder om et blødt, smidigt og fuldstændigt ensartet Materiale. Ligeledes anvendes det meget til Staalstøbegods.

3 Staal kan fremstilles hele Skalaen af de forskellige Hårdhedsgrader, vokende med Kulstofholdigheden. Følgende Tabel, taget fra en af "Dansk Ingeniørforeningens" Udvalgt om gangbare Jernsorter i 1893 afgiven Betænkning, giver Eksempel paa en saadan Oversigt:

Fallens i Tabellen giver et Slags Oversigt, og er ikke absolute Verdier; man kan f. Ex godt have Staal med

	Bridgemaas Kgr per (1000 m ²)	Forkængelse paa 200 m ²	Haarthed, Probes	Flædet	Expl. paa Jernværd.
Blødt Staal	32	30%	mødt blødt	ikke	Smedegods Hitter Kedelplader Skibsplader, Bygningsjern.
	35	25%	blødt	—	
	42	20%	kunnet blødt	mæsten ikke	
Hærdt Staal	50	15%	kunnet hærdt	ikke	Jernbænkernes Bandager Hæder Sjæder.
	65	10%	hærdt	godt	Sporvognskinner Lokomotiv-Bandager Vognfjæder
	80	5%	mødt hærdt seerig hærdt	—	Værktøjer
	100			—	Projektiler.

45 Kgr Styrke og 30% Forkængelse, og Sporvognskinner med 75 Kgr Styrke og 15% Forkængelse og derover.

De Fordringer til smedeligt jern, der opstilles i Betingelser for Leverancer derpå, maa naturligvis passes efter Opmeddret og vælges med megen Omsigt. Sattes Fordringerne til Kvalitetssegenskaberne for højt, bliver Materialet maaske unødvendigt dyrt. De maa passes efter det tekniske Standpunkt, hvorpaa Produktionen til enhver Tid befinder sig, og kunne derfor forandre sig med Tiden. Det maa ogsaa erindres, at Fabrikanten, naar han ikke vil udsætte sig for at faa det leverede Materiale kasseret, maa fremstille dette med en gennemsnitlig større Godhed end de i Betingelserne opstillede Minimumsfordringer. I Tyskland er der af "Verein deutscher Eisenküttenleute" i 1893 opstillet "Vorschriften für Lieferung von Eisen und Stahl" ved Samarbejde med tekniske Autoriteter og Foreninger, og da disse Forskrifter i mange Tilfælde ogsaa bruges hos os, skulle de nedenfor kortelig refereres. De vil forøvrigt findes gengivne i de fleste tekniske Haandbøger. For Tiden arbejder et af "Dansk Ingeniørforening" nedsat Udvalg paa Udarbejdelsen af danske Betingelser for Jernleverancer, men dette Udvalgs Arbejde er endnu ikke afsluttet.

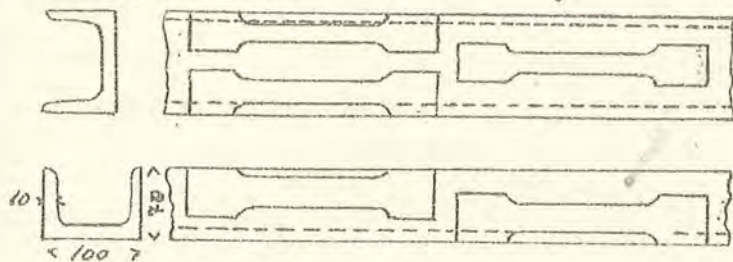
Undersøgelserne kunne dels omfatte en Besigtigelse og Vejning af hvert enkelt Stykke af

hele Leverance, dels forskellige Prover som Træk-, Bøj- og Smedeprover m. fl. med enkelte udtagne Prøvestykker, hvis Resultater derefter betragtes som gyldige for et større eller mindre Antal Stykker af det hele leverede Parti.

Ved Besigtigelsen skal Jernet vise sig rent og glat udvalset, uden Blærer, Ridser, Afbladninger og Gruber paa Overfladen; Stader skulle være fuldkantede. Ved Vejning maa de enkelte Konstruktionsdeles virkelige Vægt ikke falde udenfor visse Procentdele af den beregnede Vægt.

Prøvestænger for Trækprover maa skilles koldt fra Jernet og bearbejdes koldt ved Savning, Fræsning, Høvling, Drejning, Boring, Slibning eller Filning. Det arbejdende Staal maa ikke stoppe et Sted paa Maalelængden, da der derved kan fremkomme en Tendens til Brud paa Stoppestedet. Benyttes til Tildannelsen Lokning, Klipping eller Mespning, maa den Svækkelse, der kan hidrøre derfra, fjernes ved at borttage Materiale ved en af de fornævnte Arbejdsmetoder i 5 mm Udstrækning fra det lokkede, klippede eller mesplade Sted. Ved Krümning maa tynde Stænger rettes koldt, tykke i mørkesid Glødhede ved Anvendelse af en Træk- Kobber- eller Blyhammer. Man bør iindgaa at udgløde Prøvestykket, indtagen naar Brügstykket skal

udglødes inden Brügen. Glødsaal fra Valsningen bør blive siddende. Af ubeskaarne Stader maa de yderste 30 mm fra de ras Kanter ikke benyttes til Prøvestykker. Til Bøjelighedsprover maa de 30 til 50 mm brede Prøveløgner afrundes paa skarpe Kanter. Det maa fraraades at bedømme et Materiale efter et enkelt Forsøg dermed. Af Fæsejernet bør der efter Længden udskæres Prøveløgner,



mer, der have højst 30 mm Tværsnitsbredde i færdig Tilstand, (flade Prøveløgner skulle normalt

være 10x30 mm i Tværnit). Prøverne bør udskæres saaledes, at man saavidt muligt faar prøvet Materialet over hele Tværnittet. For Stader, der ere 25 mm eller derover tykke, gøres Prøvens Bredde = Tykkelsen og Tykkelsen = 10 mm.

Prøvestykker af Staalstøbegods skulle fremstilles enten: 1) ved at Prøveløgnerne støbes som Udvalset (Falkon) til Godset, ca. 200 mm lang, 25 mm i kvadratisk eller cirkulært Tværnit, og disse Støber benyttes efter at være drejede ned til 20 mm Diam. som Prøvestykker eller: 2) der udstøbes mindst 5% (dog mindst 2 Stk.) flere Stykker efter hver Model, som skal benyttes, og af samtlige Stykker udtager Modtageren vilkårlig saa man-

ge, som svarer til det overskydende Antal og benyttes dem til Undersøgelser ved Prøvestykker af samme Form og Dimension som ovenfor. Sidstnævnte Maade til Tilvejebringelsen af Prøvestykker egner sig især navnlig til de Tilfælde, hvor Leverancen omfatter mange forholdsvis smaa Stykker.

Jernmaterialerne kunne efter Anvendelsen deles i:

1) Jernbanematerialier, 2) Bygningjern, 3) Dampkedeljern, 4) Skibbygningsjern, 5) Handelsjern, 6) Traad samt 7) Staalstøbejern.

Jernbanematerialierne omfatte dels Skinner med Tilbehør og dels Hjulbandager, Aksler, m. m. hørende til det rullende Materiel.

For Skinner forlanger Statsbanerne, at de skulle fabrikeres af Staal af ensartet Haardhed og Kvalitet med et Fosforindhold ikke over 0,075%. De skulle efter Udvalningen være rene, glatte, tette og fejlfri. De afvikles i varm Tilstand med Sæd, forsynes med Lars- og Maanedstal for Valsningen, samt med Nummeret af den Staalblæsning, hvoraf Skinneen er valset. Hullerne for Laskboltene bores, og der er faktisk visse Tolerancer for Afvigelse fra foreskrevne Længder og Vægte. Der kan forlanges Kulstof- og Fosforundersøgelser for hver Blæsning og iøvrigt fuldstændige kemiske Analyser i pas-

sende Omfang. Der foreskrives Slagprøver og Trækprøver. Slagprøver foretages med et 2^m langt Skinnestykke af hver Blæsning, med 1^m fritliggende og 6^m Faldhøjde; Faldklodsens Vægt for 63 lbs Skinner 1000 Kgr, for 45 lbs Skinner 500 Kgr. Skinnestykket udsættes for et Slag og maa derved ikke vise Tegn paa Brud. Udholdes Prøven ikke, gentages den med en af samme Blæsning valgt Skinne, og er Resultatet heraf heller ikke tilfredsstillende, kasseres alle Skinner af denne Blæsning. Trækprøver foretages i det Omfang, den kontrollerende Ingeniør finder fornødent. Prøvestykker med 20-25^{mm} Diameter maa udvise en Brudstyrke mellem 50 og 60^{kg/mm²} med en Forlængelse ikke under 14% paa 200^{mm}.

Lasker og Underlagsplader fabrikeres af blødt Staal. Laskerne skulle i kold Tilstand kunne bøjes en ret Vinkel om en Linie tværs paa Valseretningen. Bolte, Møttrikker og Spiger fabrikeres af bedste Sort Løsejern. Boltene (inden de skrueskæres) og Spigerne skulle i kold Tilstand kunne bøjes til en Sløjfe med Diameter 2x Tykkelsen. Spigerhovedet skal i kold Tilstand ved forsigtig Slamring paa Hovedets Nakke lade sig rette ind til ombrentlig Flugt med Spigerkæftet uden at bryde af. Møttrikkerne skulle i kold Tilstand kunne lade sig stække til $\frac{2}{3}$ af deres oprindelige Højde og lade sig slaa sammen, saa at Hullet faar $\frac{2}{3}$ af sin oprinde-

lige Diameter i Sammentrykbaringsretningen, uden at noget Brud viser sig.

De tyske Bestemmelser for Skinner ere noget afvigende. Ved Slagprøver med Skinner af 30 Kgr Vægt pr Meter og derover begyndes med eet Slag med Moment 3000 Kgrm, og derefter fortsættes med Slag paa 1500 Kgrm, indtil Skinnen faar en Nedbøjning paa $110 \frac{mm}{m}$.

Et Hjulsæt består af en Skel af Siemens-Martinstaal, paa hvilken der ved hydraulisk Tryk befastes to Hjulsnav af Svejsjern, og derover lægges varmt paa en Hjulbandage af Siemens-Martin-Staal eller Digelstaal. Der foreskrives Trækprøver med Prøvelegemer med mindst $20 \frac{mm}{m}$ Diameter og Slagprøver. Staal til Skel mindst $50 \frac{kg}{cm^2}$ og mindst 20% Forlængelse

-- Bandager til

Lokomotiver " 70 --- " --- 14% ---

-- " Bandager til

Vogne og Tændere " 50 --- " --- 16% ---

Svejsjern til Nav med

Filbehør " 35 --- " --- 18%

Skel udsættes med $1,5 \frac{m}{m}$ Fribliggende for Slag med Moment 3000 Kgrm, saalænge til en Skel med $130 \frac{mm}{m}$ Diameter har faaet en Nedbøjning af $200 \frac{mm}{m}$. For andre Diametre er Minimalnedbøjningen omvendt

proportional med Diameteren. - Bandager behandles med Slag af 3000 Kgrm, indtil den er bøjet ind til 15% af den oprindelige indre Diameter; for dette Punkt maas, maa ingen Revner eller Ridses vise sig. - Der prøves mindst eet Stykke af hver Charge; svare de ikke til Fordringerne kasseres alle til den Smeltning henhørende Stykker, der ere bleve mærkede ved Stempelning for hver Charge.

Bygningsjern til Jernbroer og andre Jernkonstruktioner

1) Svejsjern; Trækprøver (Minimalmængde)	Styrke i $\frac{kg}{cm^2}$		Forlængelse	
	i Længde	i Tværretning	Længde	Tværretning
a) Stangjern, Profiler, m. m. under $10 \frac{mm}{m}$ Tykkelse	36	"	12%	"
--- " --- 15-25 $\frac{mm}{m}$ ---	34	"	12%	"
b) Plader med tydelig Længderetning	35	28	10%	3%
c) Jern til Nagler, Skruer etc. indtil $25 \frac{mm}{m}$	38	"	18%	"
--- " --- 25 $\frac{mm}{m}$ - 40 $\frac{mm}{m}$	36	"	15%	"

For a og b fordres Bøjelighedsprøver (for Hold- og Ridskehed) over en Runding af $13 \frac{mm}{m}$ Radius i en Vinkel ω i kald Tilstand for Tykkelser af ca. $10 \frac{mm}{m}$ $\omega = 50^\circ$

i kold Tilstand for Tykkelsen af ca 21-25 $\frac{mm}{mm}$ $\omega = 15^\circ$
 i kirsebærrod " " " indtil 25 $\frac{mm}{mm}$ $\omega = 150^\circ$
 " " " " over 25 $\frac{mm}{mm}$ $\omega = 90^\circ$

Desuden Udsmedningsprøve af en Skimmel til $1\frac{1}{2}$ dobbelt Bredde som tidligere omtalt. For c fordres Bøjelighedsprøve for Koldskørhed til en Sløjfe med Løsningsdiameter = Rindjernets Radius og Stukkeprøve i varm Tilstand til $\frac{1}{3}$ længde. (Stykket = $2 \times$ Diameter, som tidligere omtalt).

2) Blødt Staal. Trækprøver:

i Længderetningen: mindst 37, højst 44 $\frac{kg}{mm^2}$, mindst 20% Forl.
 i Tværetningen: " 36 " 45 " " 17% "
 for Nitte- og Skruematerialer: " 36 " 42 " " 22%

Der fordres Bøjelighedsprøver (for Hårdskørhed) ved efter Behandling som til Hærdning at danne en Sløjfe, hvis Diameter paa Bøjningstedet:

ved Længdestrimler = Prøvestykkets Tykkelse
 " Tværstimler = $2 \times$ " "
 " Nitte- og Skruematerialer = $\frac{1}{2} \times$ " "

Endvidere Løkkeprøver (for Rødsørhed) med et keglestubbeformet Stempel som tidligere omtalt, og for Nitte Stikkeprøver i varm Tilstand til $\frac{1}{3}$ længde.

3) Hærdt Staal. Støbe eller smedede Dele heraf (Leger etc) skulle have en Styrke mod Træk af fra 45-60 Kgr

pr ($\frac{mm}{mm}$)² og en Forlængelse af mindst 10%.

Dampkedeljern. Her følges i Reglen Fordringerne i de saakaldte "Würzburger-Normer", som de ere ændrede af "Internationaler Verband der Dampkessel-Überwachungverein" i Kiel 1895. Da de Fyret nærmest liggende Plader kunne blive blaaskøre ved Opvarmningen, bruges sejjere Materiale til saadanne end til dem, der ligge Fyret fjernere, og i det Hele ere Dampkedler jo udsatte for store og hyppige Temperaturforandringer og maa derfor forfærdiges af et baade stærkt og sejgt Materiale. De nævnte Normer opstille et Kvalitetstal dannet af Summen af Styrken i $\frac{kg}{mm^2}$ og Forlængelsen i % paa 200 $\frac{mm}{mm}$. Kvalitetstallet skal altid naas, dog saaledes, at den maximale Brudgrænse ikke maa overskrides. Styrken eller Forlængelsen tør være 1 mindre end den anførte Minimalværdi, naar samtidigt Kvalitetstallet naas. Würzburger-Normerne tillade indtil videre ikke Anvendelsen af andre Porter blødt Staal end Martinstaal til Kedelbygning. Efter de samme Normer maa Prøvestrimlerne, som skulle træktes over eller løjes, rettes i rødglødende Tilstand og forsigtig udglødes.

1) Svejsejern. Her skelnes mellem a) Fldkanalplader, b) Bertelplader (til Fldkanaler, der ligge Fyret fjernere, eller til Kedeldele, der blive bertede: Bunde,

Kugler og dekl), c) Kedelskalplader. For Plader in-
der 35^{mm} Tykkelse gælder:

Prøveprøver	Fildkanalplader		Bertelplader		Kedelskalplader	
	paalangs	paatværs	paalangs	paatværs	paalangs	paatværs
Styrke: Kgr/(^{mm}) ²	36 à 40	34 à 40	35 à 40	33 à 40	33 à 40	30 à 40
Forlængelse i %	20	15	15	12	10	8
Kvalitetstal	56	49	50	45	43	38

Desuden foreskrives Bøjelighedsprøver i
varm og kold Tilstand (strengere end for Byg-
ningsjern), samt Udsædning- og Lokkeprøver.

2) Blødt Staal. Her skelnes mellem a) Fild-
plader (til Fildkanaler og bertlede Dele), b) Kedelskal-
plader I og c) Kedelskalplader II (til Dele af Kedel-
skallen, der ikke kommer i Berøring med Røgen.

Prøve- prøver	Fildplader	Klappeplade I	Klappeplade II	
	paalangs og - tværs	paalangs og - tværs	< 24 ^{mm} paalangs og - tværs	> 24 ^{mm} paalangs og - tværs
Styrke i Kgr pr (^{mm}) ²	34-40	36-42	39-45	38-44
Forlængelse	25	22	20	20
Kvalitetstal	62	61	60	60

Desuden foreskrives Bøjelighedsprøver i varm og hærdet

(for Staal alene) Tilstand og desuden Smede- og Lokke-
prøver

1) For Nittejern af Svøgejern Stykke 38 Kgr pr (^{mm})²,
Forlængelse 20 %, Kvalitetstal 58

2) For Nittejern af blødt Staal, Stykke 34 à 40 Kgr pr
(^{mm})², Forlængelse 25 %, Kvalitetstal 62

I kold Tilstand skal baade 1) og 2) kunne bøjes
og slaas helt sammen, 2) i hærdet Tilstand 180° om
en Dorn med Diameter = 2 x Tykkelsen. For 1) og 2) skal
et Stykke Nittejern $\square_{\frac{3}{4}}^{\frac{3}{4}}$ kunne i kold Tilstand sam-
menstykkes til halv Længde, i varm Tilstand til $\frac{1}{3}$
i $\frac{1}{4}$ Længde og derpaa lokkes, uden at Stillet river
ud

For Rør foreskrives a) Udvidningsprøver,
b) Bertelprøver, c) Bøjelighedsprøver, d) Vandtrykprøver.
For blødt Staal gælder

ad. a) i kold Tilstand ved Slamring over en Dorn
skal en Længde paa 30^{mm} kunne udvides
5, 3 og 2 % af Diameteren henholdsvis for en
Godsdykkelse af 4^{mm}, 6^{mm} og over 6^{mm}.

ad. b) I kold Tilstand ved alle Diametre og Tykkel-
ser: en Klave med 12 % Bredde af Diamo-
teren smertes 90°.

ad. c) I kold Tilstand maa 100^{mm} lange Rørstykker
lade sig trykke helt sammen, saaledes at

Loepfugen ikke ligger i Bøjningen. Proven kan udføres i en Presse.

ad. d.

Prøvetryk lig 3 × Arbejdstryk, dog mindst 30 Atm, uden at vise Formforandring eller Utæthed. Rørene skulle overhalmes, medens de ere under Tryk

Om Fordringer til Handelsgjern og Prøvning af Traad er allerede talt.

Støbejern

Støbejern er det i særlige Forme udstøbte og i en Kugle- eller Flammeovn omsmeltede Røsjern. Ved Omsmeltingen bliver Jernet mere ensartet i sin Sammensætning, og ved Blandinger af flere Sorter Røsjern med forskelligt Indhold af Silicium, Mangan o. s. v. og Tilsætning af Affaldsgjern af forskellig Art i det rette Forhold er man ad Erfaringens Vej i Stand til at regulere Jernets Beskaffenhed med den bestemte Anvendelse for Gje.

Støbejern har som bekendt en forholdsvis ringe Styrke for Træk, og det er et forholdsvis

skørt Materiale. Genstande forfærdigede deraf ere heller ikke altid paalidelige, særlig naar Godstykkeelsen er ringe, idet Jernet under Afkølingen efter Udstøbningen trækker sig sammen, hvorved der kan opstaa uensartede Spændinger, der kunne give Aaledning til Revner og Brud. Ofte findes der ogsaa Rivner i Støbejernet, og det taalder heller ikke altid pludselige og uensartede Temperaturforandringer. Men paa Grund af sin Prisbillighed og den Letthed, hvormed det kan gives en sammensat Form finder det udstrakt Anvendelse i Maskinbygningen til Cylindre, Maskinstativer, Løjer, m. m., og kæn naar særlige Grunde tale derfor, anvendes her de mere kostbare Materialer: Støbestål og Metal. Endvidere anvendes det i udstrakt Maalestok til Gas- og Vandrør, og paa Grund af dets store Styrke mod Tryk finder det Anvendelse til Støtler og deslige. Ligeledes egner det sig som Slidmateriale: Støbejern kan arbejdes med Støbejern som f. Ex Cylindren og Stempel i en Dampmaskine.

Støbejernets Egenskaber er afhængig af dets kemiske Sammensætning og af dets mere eller mindre hurtige Afkøling. Strukturen er kornet-krySTALLINSK; men Kornenes Størrelse kan være meget forskellig: fra flere Millimeter til næsten usynlige

for det blotte Øje. Jo grafitrigere Jernet er, og jo langsommere Afkølingen gaar for sig, desto mere grovkornet bliver Strukturen. Den grovkornede Struktur giver Støbejernet mindre Styrke, idet Skillefladerne mellem de enkelte Krystaller kun har en forholdsvis ringe Sammenhængskraft. Den samme Regel gælder for de fleste Materialer med kornet Brudflade, f. Ex. Granit; der jo iøvrigt ligeledes bestaar af forskellige selvstændige Legemer, lignede ved Siden af hinanden.

Støbejernets Styrke er desto større, jo færre Indblandinger, det indeholder iid over, hvad der er nødvendigt for at danne graat Raagerne, altsaa Jern, Kulstof og Silicium, det sidste dog kun i saadan Mængde, at den største Mængde af Kulstoffet kan udskilles som Grafit. Ved Omsmeltinger aftager Siliciummængden (brændes til SiO_2) og dermed Grafitudskilningen; Jernet bliver derved ganske vist mere finkornet, men ender tilsidst med (ved omtrent 2de Omsmelting) at blive hvidt og ubrugeligt til Støberibrug, naar der ikke i Tidte tilsættes siliciumholdigt Raagerne i passende Mængde. Med Hensyn til Raagerets kemiske Sammensætning skal bemærkes:

Kulstof 3: Grafit + bundet Kulstof; det sidste gør Jernet sprødt og maa derfor ikke findes i for

store Mængder; det samme gælder den mekanisk iblandede Grafit, der formindsker Sammenhængen. Ved godt, stærkt Støbejern bør der være en Kulstofmængde mellem 3 og $3\frac{1}{2}\%$; over 4% vil som Regel ikke give stærkt og sejt Jern.

Silicium, der virker til Udskillelse af Grafit, gør altsaa Godset blødt; men mere end 2 til $2\frac{1}{2}\%$ er dog skadeligt, da det gør Jernet sprødt. Størst Styrke skal maaes ved noget over 1% .

Manganet virker, modsat Silicium, til at holde Kulstoffet bundet; det befordrer Styrken og virker derfor nærmest gunstigt, naar Mængden ikke er større end ca. 1% ; i større Mængde gør det Jernet meget sprødt.

Snovl i mindre Mængder ($\pm 0,14\%$) skal forøge Styrken; ellers virker det skadeligt.

Fosfor gør Støbejernet tyndflydende og stikket til at udfylde fine Former (kunstfærdigt Gods) men allerede smaa Mængder deraf medfører Jernet en stor Skørhed, og da den Sejghed, der kan findes af Støbejern, i Forvejen kun er ringe, saa er det tilbødelige Forforindhold meget højere end for smedeligt Jern. Støbejern med mindre end $0,3\%$ Fosfor regnes som iudmærket; $0,5$ til 1% findes i det meste Jern til Bygningsbrug; men mere end 1% for-

højer Skørheden saa meget, at saadant Jern aldrig maa bruges, hvor et plütseligt Brud kan medføre Ulykkestilfælde. Da det er Eruen til at modstaa Støt- paavirkninger, der forringes ved Fosforindholdet, viser dette sig altsaa bedst ved Faldprøver. — Det svenske Troekulsjern egner sig udmærket til stærkt Gods, da det kun indeholder meget lidt Fosfor og iøvrigt har en for Stykken heldig Sammensætning, derefter kommer det skotske Raajern og endelig det engelske (Eruen omkring Middelsborough), der indeholder en hel Del Fosfor.

I Almindelighed forlanges graat, blødt Støbjern, der let lader sig bearbejde med skærende Værktøj. Undertiden anvendes dog det saakaldte haardt- støbte Jern, hvor man skaffer en haard Overflade af hvidt, meget haardt Jern ved at støbe denne op imod en Jernform, hvorved Jernet afkøles saa hurtigt i det yderste Lag, at dette kommer til at bestaa af hvidt, haardt Jern med meget finkornt Brud, medens Kernen dannes af blødt, graat Støbjern. Ofte forlanges ikke hele Stykkets Overflade men kun enkelte Dele deraf haardnet og kun mod disse Overflader anvendes da Jernforme. Haardstøbt Jern anvendes blandt andet til Jernbane- og Sporvognshjul (kun Hjulets Overflade mod Skinnerne gøres haard),

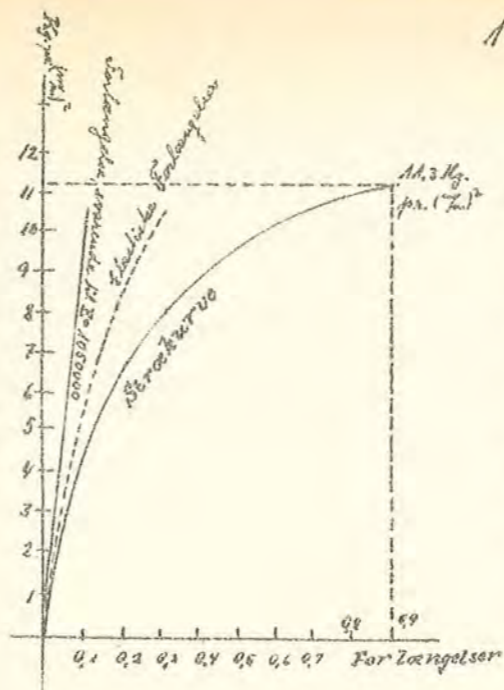
Valsen til Jernværker og Møller, Hjertestykker, Panserplasser, m. m.

Flammertøbt Støbjern faas ved at nedpakke Støbjernsgerstande i findelt Rødfjernsok og Flammerskæl og holdes i Glød i flere Dage, hvorved en Del af Kulstoffet brændes bort; men hertil fordres, at Genstandene ere støbte af hvidt og rent Raajern; thi kun det blødnæ Kulstof lader sig bortbrænde. Processen foregaar kun i de yderste og egner sig derfor nærmest til tynde Gods. Metoden anvendes til mange mindre Genstande, der skulle besidde Sejghed, og som ere for dyre at smede færdige, saasom Laasedole, Skruerøgler, Meskindels til Landbrugsmaskiner og lignende Beslag af forskellig Art, Fittings til trækne Rør, m. m.

Det almindelige Støbjerns Godhed vil foruden af Jernets Beskaffenhed afhænge af, hvorledes Støbningen ioverkøbes, af Formens Stilling, Formmaterialeets Beskaffenhed, m. m. Godt skal være set, i: maa ikke indeholde Blærer, hverken paa Overfladen eller i det indre. Saadanne Blærer eller Hultum kunne hidbør fra "Svindlet" og opstaar da navnlig, hvor Metallet sidet størken, altsaa i Midten af Stykket, eller hvor Godstykkelsen er størst, hvorfor den heller ikke maa være for mange Spring i denne. Saadanne Hultum for-

mindste Vægtfylden, der ligeledes formindskes af den ut-
skilte Grafit. Reglen regnes med en Vægtfyldte for Støbejern af
ca. 7,25. For at forøge Tætheden, anvendes ved Støbningen et
"Død hoved"; de vanskeligste Dele holdes nederst i Formen; lan-
ge Stykker som Rør, Søjler, Cylindre støbes i lodret Stilling, for
at Luften og Urensninger, der gaa tilvejs, kunne samles i Død-
hovedet. Ved Støbning i lodret Stilling sikrer man sig ogsaa
bedre en ensartet Godstykkelæse, idet Formkernen i saa Fald
ikke saa let bøjer sig. Na Støbning i lodret Stilling navn-
lig ved lange Stykker kan volde Besværigheder anvendes
undertiden i Stedet derfor Støbning i skraa Stilling. — Ved
Udstøbningen af Støbejernsgenstande danner der sig paa dis-
ses ydre Flader en haard "Støbeskal", bestaaende af Jernit-
ter, dannende i høj Temperatur.

Styrkeegenskaber og Frøining. For Støbejern
gælder ligesom for andre sprøde Materialer, som naturlige
og kunstige Sten, at de ikke følge Hookes Lov, og at der optræ-
der blivende Formforandringer selv for smaa Spændinger.
Figuren viser Strækkurven for en afdrygt Stang af graat Stø-
bejern (Diam. ca. 20^{mm}, Staalbængte ca. 300^{mm}). Brudstyrken
var 11,3 Kgr pr (mm²), den totale Forlængelse ved Bruddet ca 0,40
% og den permanente Forlængelse 0,35 %. Stangen var tem-
melig elastisk indtil ca 2 Kgr pr (mm²), medens Staal kan væ-
re det indtil 20 Kgr og derover og allerede ved 3 Kgr Spænding vare
de permanente Forlængelser kendelige. Forandringerne i Materi-



alets Forlængelser vise sig ikke
fuldstændigt, som ved det smede-
lige Jern, men udvikle sig saaledes,
at det er umuligt at betegne
noget særligt Punkt i Strækkur-
ven som Elasticitets- eller Stræk-
grænser. Dette Begreb som i prak-
tisk Henseende udmærket kan
anvendes for smedeligt Jern, kan
ikke nogen Gyldighed for Stø-
bejern. Elasticitetskoefficien-
ten er altsaa ikke konstant.

Skulde der sættes en Verdi for den, kan som Middelværdi
regnes 1000000 Kgr pr cm². Selv for blødt Støbejern er der ikke
Tale om nogen saadan Deformation af Tværsnittet som for
blødt smedeligt Jern.

Brudgrænsen overfor Tryk kan variere fra
10-25 Kgr pr (mm²), i Almindelighed foreskrives mindst 12 Kgr
for et afdrygt Frøestykke, altsaa uden Støbeskal. — Materialet er stærkere
naar denne fjernes, idet Støbeskallen jo bestaar af Jernit-
ter, der sidder ofte Blærer under den, og den yderste Jernskorpe er sæd-
vanlig haardere og skørere, saa at et Brud lettest begynder deri,
og med dennes Fjernelse forsvinder ofte Spændingen hidrø-
rende fra den ulige hurtige Afkøling af det ydre og indre Jern.
Brudgrænsen for Tryk kan variere mellem 40-150

Kyge pr (mm^2). Der angives som Middeltal:

Styrke mod	Træk	Tryk
af mørkegrønt grovkornet Støbejern	10	50 Kyge pr. (mm^2)
" grønt — — —	14	65 — — —
" lysegrønt finkornet	16	80 — — —

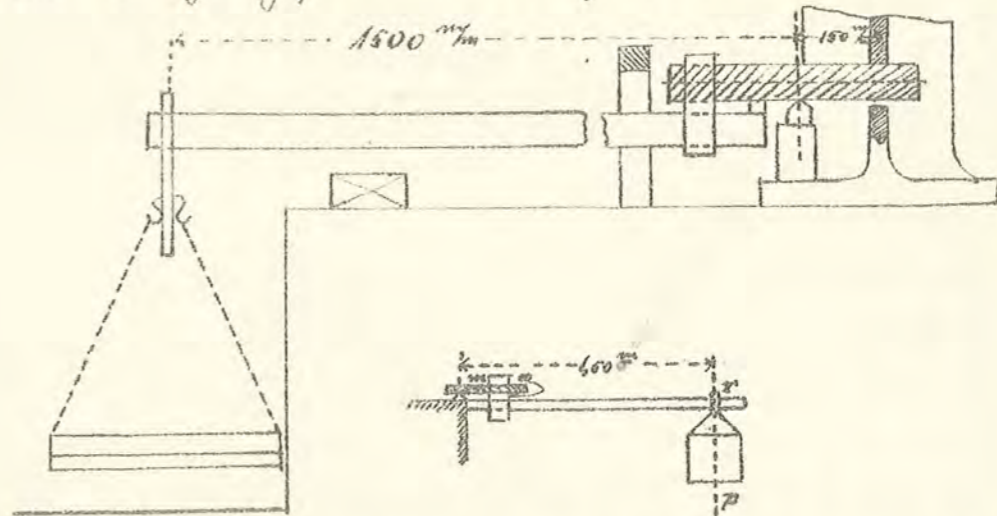
altsaa Forholdet Træk: Tryk lig 1:5 som Middelværdi.

Støbejernets elastiske Egenskaber erkendes bedst ved Bøjningsforsøg. I Almindelig foreskrives saadanne med en ubearbejdet Stang af kvadratisk Tværsnit, $30 mm$ tyk, som ligger paa to Underlag $1 m$ fra hinanden; den skal da kunne taale en til 450 Kyge rolig værende Belastning paa Midten, for den brydes, hvilket svarer til en Brudbelastning beregnet efter Bøjningsformelen af 25 Kyge pr (mm^2), altsaa omkring det dobbelte af den Belastning, der fordrer for Træk (12 Kyge). Ved almindeligt Materiale faas sædvanlig en samlet Nedbøjning i Midten fra 15 til $20 mm$; ved udmærket Materiale kan den stige til $26 mm$, og ved sprødt Støbejern faas kun en Nedbøjning af 3 til $4 mm$. En Støbejernskallen fjernes, faas stærkere Nedbøjninger.

Trykprøver foreskrives sjældent for Støbejern, antagelig fordi, at naar Støbejernet arbejder mod Tryk, vil Genstanden i Reglen have saa stort et Tværsnit, at der er ringe Fare for Brud. Derimod foreskrives ofte Faldprøver, f. ex. f. ex. saaledes, at en ubearbejdet Stang $40 \times 40 mm$ med fritliggende $160 mm$ skal kunne taale Slaget af en Fald-

klods, vægende 12 Kyge. (Vægt af Anboltene 800 Kyge) og faldende fra en Højde af $400 mm$ midt imellem Understøtningerne.

I Frankrig anvendes meget Morye's Apparat til Bøjningsprøver med Støbejern. Det har to faste Kniv-



egge i $150 mm$ Afstand, mellem hvilke Prøvestykket indføres. Dette forlænges ved en Vægtstangsarm forbundet dertil med en Bøjle og en Kile, saaledes at Afstanden mellem den Prøvestykket understøttende Knivæg og Belastningens Ophængningspunkt er $1,50 m$. Belastningen dannes enten af en Vægtkaal med Saalægsvægte eller en Beholder, hvori fyldes Vand, hvis Vægt aflæses paa en inddelt Skala i Beholderen. Man maa først bestemme Vægten af Armen med Tilbehør af Vægtkaal m. m., henført til Ophængningspunktet, hvilket kan ske ved at anbringe Vægtstangen med Tilbehør, som i den nederste Figur, befastet til Prøvestykket ved en Kile a og løfte Enden α ved en Vægt, idet hele

Systemet drejer sig om Punktet m , der er det samme som det, der under Proven hviler paa Apparatets faste Skivsej. Den saaledes fundne Vægt P kan indskrives paa Vægtarmen. Belastes Vægtskalen med i 's Brødstyrken efter Bøjningsformlen altsaa

$$G = \frac{P \cdot l}{x} \cdot h$$

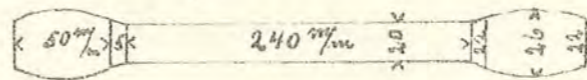
idet h er Provestykkets Sidelinie.

Med Hensyn til Fordringer til Støbejern til Bygningsbrug forlanges almindeligvis, at de støbte Stykker skulde være tætte og homogene i Massen, uden Blærer, svampede Partier eller andre Støbefejl og uden Dropper eller lign. indsatte for at lode paa Støbefejl af denne Art. Støbejernet skal være sejt og blødt med finkornt, blaa-graakt Brønd; det skal med Lethed kunne bearbejdes med Fil, Bor og Mejsel og skul i borede Stæller kunne forgyes med skarpe Skæregønger. Efter de tykke Normalbetingelser foretages følgende Prøver dermed:

- 1) Styrken mod Træk skal ved almindelig Støbejern være mindst 12 Kgr pr. $(\frac{mm}{2})^2$.
- 2) Man maa ved med en Hammer at føre et Slag mod en retvinklet Kants paa Støbestykket frembringe et Indtryk deri, uden at Kanten springer af.
- 3) En ubearbejdet, kvadratisk Stang, som er 30 $\frac{mm}{2}$ tyk, og som ligger paa to Underlag, der ere 1 $\frac{mm}{2}$ fra hinanden, maa kunne biale en til 450 Kgr rolig vokende

Belastning paa Midten, for den brækker.

Trøvelegemerne, 1100 $\frac{mm}{2}$ lange, stiles ved stigende Støbning holdende 100 $\frac{mm}{2}$ per Meter. Trykhøjden paa det smallede Støbejern skal være 200 $\frac{mm}{2}$ regnet fra Indløbet og indtil Dødhovedets (Støbepæns) Top. Støbningen skal ske i tørrede Sandforme. Trøvelegemerne bør være 3 i Antal. Af hvert af Brødstykkerne fra Bøjningsproven kan ved Afdragning fremstilles



et Trækprøvelegeme, som

Statsproveanstalten anbefaler givet den viste

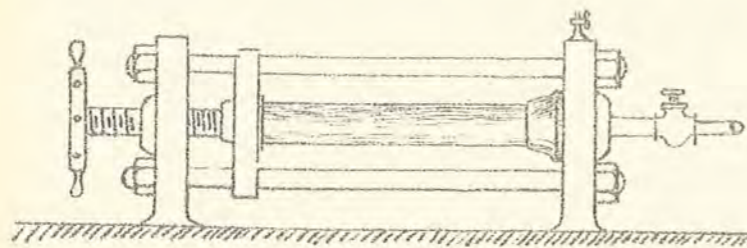
Form med jevne Over-

gange og afrundede Hoveder, hvorved opnaas en Slags Kuglebevægelse i Indspændingen.

Det maa erindres, at Genstande af Støbejern, selv om Materialet dertil er godt, ikke altid ere fuldt paalidelige, idet der kan opstaa indre Spændinger deri, derved at enkelte Læer ved Afkølingen ikke kunne trække sig frit sammen, f. Ex ved Støbningen af et Hjul med stor Tykkelse i Kraansen i Forhold til Armene; disse sidste afkøles da først og svinde; saasnart Kraansen begynder at svinde, opstaaer en Spænding mellem Kraus og Arme, der tiltager indtil fuldstændig Afkøling, og ved et saa lidt smidigt Metal som Støbejern, kan der da ske Brønd under Svindet, et-

ler et saadant kan indhænde ved en ringe ydre ituledning, som Stød eller uligeartet Opvarmning. Saadanne indre Spændinger kunne dog til en vis Grad hindres ved at give Genstanden en passende Form, ved heldig Ordning af Afkølingsforholdene m. m. Ved Afkølingen kan der ogsaa opstaa Kastninger af Stykket. Desuden kan der, som alt nævnt, forekomme Støbefylt, Blæser, utætte Steder, kold Sammenløbning m. m.

Støbte Rør til Gas- og Vandledninger forlanges af et Støbejern af lignende Art som til Bygningsbrug. Større Rør (13" og derover) forlanges næsten altid castet støbte; de skulle være lige, og de indre og ydre Flader concentriske, saaledes at Godsstykkelsen i hvert Steds varierer mere end $2 \frac{1}{2}$ mm fra mindste til største Godsstykkelse. De prøves



ved Vægning (12% Tolerance), for ensartet Godsstykkelse ved Effortmålinger

eller ved at rulle dem paa Jernbanestammer, samt ved en Vandtrykprøve af i Reglen 20 Atm. Tryk, medens Røret samtidig udsættes for en let Bankning med en Hammer af 1 à 2 Ton Vægt. Ved Vandtrykprøven maa man sørge for, at Luften kommer godt ud af Røret, der der ellers kan

ske Explosioner. Seaa Figjuren er vist en Endopænding med en Skæne; ved større Rør bruges hydrauliske Endspænding.

Jernets Rusten og Midlerne derimod

Jernets Rusten, d: dets Omdannelse til Jernveiltelhydrat, følger af samtidig itugreb af Luftens Felt og Kulsyre og af Vand. Rustningen foregaar endnu hurtigere ved Tilstedeværelse af fortyndede Syrer eller Opløsning af visse Salte. Af tør Luft og luftfrit Vand (Luften, f. Ex. uddrevet ved Kogning) angribes Jernet ikke ved almindelig Temperatur. Fugtig Luft, der som det næsten altid er Tilfældet indeholder lidt Kulsyre, fremkalder først kulsürt Jernfornille, der ved at optage Felt enten fra Vandet eller Luften dekomponeres, og det udekille Jernveiltel gaar i Forbindelse med Vand og danner Jernveiltelhydrat d: Rust, og Kulsyre, der derved bliver frigjort, kan fortsætte Rustdannelsen. Under Vand, som indeholder Alkalier eller kulsure Alkalier, rustes Jernet ikke, hvilket tilskrives den Omstændighed, at Kulsyren derved holdes bunden. Rust er et porøst Silber, som indsuger Luftarterne og er i Stand til vedblivende at afgive sin Felt og paany optage denne fra Luften; altsaa overføres Luftens Felt til de nærmest liggende Jerndele. Derfor skrider ogsaa Rust-

dannelsen hurtigt frem, naar først Jernet er begrundt at rüste, derfra Navnet Gravrust. Dette Forhold er forskelligt fra, hvad der er Tilfældet for f. Ex Bly og Zink, hvor det paa Overfladen dannede Felt beskytter det underliggende Metal, altsaa er rustbeskyttende og ikke rustdannende.

At Syren angribes Jernet let, og den i Kulsyren indeholdte Svovlsyre, dannet ved Feltning i Luften af den ved Støllens Forbrænding udviklede Svovlsyrling, beforder i høj Grad Rustdannelsen, hvor den kommer i Berøring med Jern. Særlig stærk Rustdannelse fremkommer, naar Luft og Vand, der indeholder opløst Klorammonium, Kloratrium, Salmiak og andre Klorforbindelser, samtidig virke paa Jernet. For at fremkalde Rustdannelse, f. Ex til Rusthit for at tætte porøst Støbe-gods og lign., bruges da ogsaa Filstrøking af saadanne Stoffer som Salmiak, Eddike og lignende.

I Søvand har Jernet stor Tilbøjelighed til at rüste, hvilket dels hidrører fra de deri opløste Salte, navnlig Klorforbindelserne, dels hidrøre fra galvaniske Virksomheder mellem Jernet og andre Metaller, eller mellem Jernet og Rustpartiklerne eller Glødskeallerne, og disse galvaniske Virkninger forstærkes ved de i Opløsning værende Klorforbindelser. Den galvaniske Virksomhed kan ogsaa skyldes Urenheder i eller paa Pladerne, den forskellige Behandlingsmaade dels af den samme Plade har været udsat for, eller at Naglerne er af et andet Materiale end Pladen, endvidere kan et Styk-

ke Linders eller Glødskeal være blevet indvælet deri og derved give Afsledning til en Rustgrube. Saadanne galvaniske Virksomheder kunne bewirke lokale Føring, Dannelse af Rustgruber og Færekuller.

Er Jernet i Berøring med Bly, Tin og navnlig Kobber, vil det i Hensæelse af Førlighed hurtigt røse, fordi Jernet ved de fremkaldte galvaniske Strømme bliver positiv elektrisk, saa at den dannede Felt kaster sig derover. I Forhold til Zink bliver Jernet derimod negativt elektrisk, og heraf benytter man sig ved den saakaldte „Galvanisering“ (hvorom senere) og ved at anbringe „Zinkbeskyttere“ (helst af valset Zink, der bør foretrukkes for støbt) omkring Metalventilflanger og deslige, udenbords paa Skibe. Zinken bliver da det angrebne Metal, naar Beskytterne ere i god metallisk Berøring med Skibsiden. — I Skibskedler, der sædvanlig have en forholdsvis ringe Varighed op-hænger ofte Zinkblokke i Kedlernes Vandrum for at beskytte Pladerne mod Føring ved den galvaniske Virkning mellem de forskellige Metaller i Kedlen.

Vand fra dybtliggende, vandførende Lag, der sædvanlig indeholder meget Kulsyre og undertiden flygtige Svovlforbindelser, virker stærkt korruderende, og Borerør af smedeligt Jern kunne ganske destrueres i Løbet af faa Aar, derimod synes støbte Rør, navnlig naar de ere passende beskyttede, at kunne have en betydelig Varighed.

Friske Kalkmørtel angriber navnlig smedeligt

Jern i kort Tid; derfor bør der saavidt muligt anvendes Cementmörtel overalt, hvor Jerndele kommer i Berøring med Murene. Gipsmörtel har en lignende Virkning paa Jernet, men i mindre Grad. Derimod angriber Cementmörtel ikke Jernet, og Cement kan endog, som det senere omtales, anvendes som rustbeskyttende Middele.

Smedet Jern rustet mindre let end valset, da sidstnævnte har en tyndere og mindre tæt Glødskele; herdet Staal mindre let end uhærdet. Iaa revnede, ridsede og rø Overflader rustet hurtigere end paa glatte og tætte Overflader. Polering kan derfor siges at være en Art Beskyttelsesmiddel mod Rust. Jo flere fremmede Bestanddele der findes i Jernet, desto vanskeligere rustet det. Støbejern er saaledes langt mindre tilbøjeligt til Rustning end det smedelige Jern. Støbte Rør kunne henligge mange Aar i Jorden uden i væsentlig Grad at blive angrebne af Rust, naar de Jordmonnet er af sund Beskaffenhed og ikke indeholder organiske Syrer, der opløse det metalliske Jern og lade Grafitten blive tilbage.

Rustbeskyttelsesmidler maa naturligvis velges efter de særlige Forhold i hvert enkelt Tilfælde. Ved Maling og lignende Midler søger man paa Jernet at danne en beskyttende Hinde, der holder Luft og Fugtighed ude fra Jernoverfladen; i andre Tilfælde giver man Jernet et metallisk Overhæk, der bestaar af et mindre let ilteligt Stoff

end Jernet. - Dampfkedler ude af Drift fyldes enten med Kiedelvand, der er gjort alkalisk ved Tilsætning af Soda, eller de tørres ved Hjælp af Varmer, og der henses i det indre Bakker med uløst Kalk eller Chlorcalcium, der indsauger den Fugtighed, der muligvis trænger ind deri. I Tunneller benytter man enten Kalkstensskæver som Ballast eller beskytter Jerndelene med Kalkmælk, hvorved Svovlsyren i Lokomotivrøgen bindes og derved gøres uskadelig.

Indsmøring med Fedtstoffer, Graphit og lign. anvendes til blanke Maskindele for og under Monteringens, eller naar Maskineriet er ude af Brug. Hertil kan anvendes Blyhvidt og Tælle (Talgens syrefri), men nutildags anvendes mest mineraliske Fedtstoffer opløst i Terpentin eller letflydende Scholeimsdestillater. Kautschukolie 3: Kautschuk opløst i Terpentinololie anbefales ogsaa som virksomt Beskyttelsesmiddel.

Tjære og Asfalt anvendes meget til støbte Rør. Saadanne Rør blive i Reglen efter Støbningen og efter at være blevne revnede i varm Tilstand forsynede med et saadant Overhæk, der er tæt og blankt, ikke bliver blødt i Solvarmen, og som ikke skaller ved Stød og Slag. Der kan ogsaa anvendes en Blanding af 8 Vægtdele Tjære med 2 Vægtdele brændt og pulveriseret Kalk - der neutraliserer Syren i Tjæren - og 1 Vægtdele Terpentinololie. Der anvendes 3 Gange Overstrykning, og saavidt muligt anvendes varm Tjære paa varmt Jern.

Skibsbrænde beskyttes ogsaa ofte med Jæreferriser indenbords.

Olieumaling bestaar af et pulverformigt Farvestof (Pigment) udrørt i et flydende Bindemiddel, der senere bliver fast. Ved Olieumaling anvendes som Bindemiddel Linoliefernis; det er Linolie, der kogt med Sølvrylid, Brønsten eller lignende iltende Stoffer har faaet den Egenskab at kunne tørre i Luften. Undertiden fremskyndes Tørringen ved Tilsetning af „Tørrelse“ (Kikkatis): lignende Stoffer, som bruges ved Ferrisens Kogning. Som Farvestof anvendes oftest en fintreven Jordart eller Metalforbindelse og som Fyldmasse eller for at gøre Farven lysere anvendes ofte Blyhvidt (kulørt Blyilt) eller Zinkhvidt. — Forinden Malingen maa Jernet først beries for Rust, Støv og andre Urenheder, hvilket maa ske forinden de enkelte Dele samles. Der kan ender anvendes en mekanisk Rensning ved Pensning, Afrivning med Tumpsten, Sandpapir, Smerzellørred eller Anvendelse af Sandblæsning eller lign., eller Rensningen kan ske ad kemisk Vej ved Betsning med Saltsyre og Afvaskning med Traadbørste. Det er af stor Vigtighed, at al Syre fjernes ved grundig Afvaskning med varmt Vand eller Kalkvand. Det noget opvarmede Jern beskyttes derefter med kogende Linolie, og efter dets Tørring kan den første Grundning finde Sted.

Før den første Grundning anvendes bedst Blymønje, — undertiden anvendes den billigere ikke giftige, men mindre

holdbare Jernmønje. Grundningen maa udføres omhyggeligt med tyndflydende, hurtig tørrende Linoliefernis. Undertiden gives der Jernet to Grundninger med Mønje, og derefter stryges det to Gange med en Dækfarve, hyppigst Bly- eller Zinkhvidt blandet med forskellige Farvestoffer, der dog saa lidt som muligt bør ligne Rust, for at man strax kan opdage en begyndende Rustdannelse. Inden der stryges anden Gang, maa det første Lag være tørt, da der ellers fremkommer Blærer.

Blandt særlige nye Malinger, der kunne anvendes uden foregaaende Grundning med Mønje, skal nævnes Dr. Graf's Skælfarve (Schuppenpanzerfarbe), der har faaet en meget udtækt Anvendelse, og som bestaar af fine, kemisk uforanderlige, tungt smeltelige Skæl af Jernglimmer, hvoraf 1 Kgr. udrøres med $\frac{1}{3}$ Kgr. „ozoniseret“ Fernis. Jernet kan efter Rensningen gründeres dermed, og stryges derefter atter en eller flere Gange dermed. Den saakaldte „Bessemerfarve“ er ligeledes holdbar og navnlig meget elastisk, saaledes at en tynd Plade, der er malet dermed, kan bøjes flere Gange frem og tilbage, uden at Farvestoffet derved faar Rister.

Selv om man anvender en god Olieumaling, der efter Tørringen forbliver elastisk og ikke faar Revner, saa maa dog Olieumalingen fra Tid til anden fornyes. Ved Jernets Udvidelser og Sammentrækninger ved vekslende Temperaturer faar Olielaget Revner og Rister, bliver sprødt og klæder af. Endvidere gør den atmosfæriske Indflydelse sig

gældende i Tidens Løb, og navnlig paavirke Askebestanddele fra Skorskene, der ere syreholdige eller alkaliske, Malingsens Holdbarhed uheldigt. Oliemaling angribes af fortyndet Saltsyre, Salpetersyre, Svovlsyrling m. fl., men endnu stærkere virker disse Syrer i luftformig Tilstand. Derimod angribes den ikke af fortyndet Svovlsyre. Alkalier, Ammoniak og Soda ødelægge hurtigt enhver Oliemaling og bruges da ogsaa til Fjernelse af gammel Maling. Rent Vand skal virke langt mere ødelæggende derpaa end Løvand og Vand, der indeholder opløst Salmiak, Chlormagnium og lignende eller rustfremkaldende Stoffer. Varmt Vand virker langt hurtigere ødelæggende end Vand ved alm. Temperatur.

I alle Rum i det frie, hvor der kan samle sig Vand, maa der sørges for Vandafløb (ved borede Huller eller lign.) og særlig onhyggelig Maling, kan der ikke afsendes, maa Rummet fyldes med Asfaltkit eller et andet dertil egnet Materiale. Efter Opstillingen maa Nettehoveder renses for Rust og grændes og alle Euger onhyggeligt tilkittes.

Skibsbünde overskygges i Reglen to eller tre Gange med en beskyttende og een Gang med en grødehindrende Maling, sammensat saaledes, at den virker som Kobberforhudning, det vil sige man forsøger at forbinde stærkt giftige Stoffer (Kobber, Kviksølv, Arsenik o. l.) med

Malinger, som skaller af. Tinkkvistt benyttes som beskyttende Maling og derover Mønje som Grundmaling for den grødehindrende Maling. Erfaringen har vist, at en beskyttende Maling ikke virker saa godt paa nye Plader som paa gamle, fordi Glødskalen, der er fast vedhængende, saalænge Pladen er ny, efterhaanden mister sin Bindekraft til denne. For at fjerne Glødskalen hos man i de senere Aar ofte undersøktet Staalplader en Bejdsning i et Syrebad, hvor efter de tørstes og skylles rene; samtidigt kommer da til Lyne Fejl ved Fabrikationen, saasom Rerner, Gruber og lignende.

Portland Cement virker udmærket rustbeskyttende, navnlig ved Jerudele paa fugtige Plader og ved saadanne, der ikke udsættes for stærke Varmeeudvidelser. Ren Cement indrøres med Vand og smøres med Kost paa de metallisk rene Plader, og dette gentages 4 til 5 Gange, hver Gang efter fuldstændig Herdning af det foregaaende Lag. Jerndragere, der indmures i Cement, behøver man ikke at male, da Jernet ligesom i Monierkonstruktioner forbinde sig stærkt med Cementen. — De indendørs Skibsbünde beskyttes ofte med Cement, hvoraf man med Græs danner en Beton, der dækker alle Nettehoveder, og lægges saaledes, at der ingen Vandvækkere fremkommer. Kulkassensiderne overstrygges med en Blau-

ding af Portlandcement og finsk Jære.

Metalliske Overtræk. Det bedste metalliske Overtræk er Nikkel, der kun angribes meget lidt, men det er dyrt, naar det skal være tykt og godt, og anvendes derfor kun til Vaaben og Lüksgenstande. Fortinning er for dyr til større Genstande, og mangler Fortinningen et Sted, vil Jernet hurtigt rüste af den galvaniske Strøm, idet Jernet her bliver det elektropositive Metal. Forzinkning (Galvanisering) er billigere, men mindre pynkelig, men giver god Beskyttelse ogsaa i Saltvand, da Jernet her er det elektronegative Stof. Fortinning og Forzinkning udføres ved at rensse Jernet i fortyndet Syre, børste og skylle rent og derefter i opvarmet Filtsand dykke det i et Bad af smeltet Zink eller Zink. Forbindelsen med Jernet fremmes, naar dette forinden dyppes i Salmiak. Den overfløede Zink rystes af. Jernet fortinnes oftest som Stæde til Hvidblek. Forzinkning anvendes meget udbredt: til smedede Genstande som Beslag, Røskværker, Bolte i Svand, Spande, Telegraftraad, m. m. Ved Forzinkning formindskes Styrken af Traad noget, mest for de tynde Dimensioner (op til 10%). For Forzinkning af Telegraftraad opstiller det tyske Telegrafvæsen følgende Fordringer: sammenhængende, glat Overflade; naar Traaden snos i to sammenliggende Spiralvindinger om en Cylinders med Diam. = 10x Traadens, maa Overtrækket hverken falde af eller faa Ridsen.

For Tykkelsen af Overtrækket gælder, at der ingen sammenhængende Hobberhud maa dannes, naar Traad af:

6-5 ^{mm}	Tykkelse neddyppes 8 Gange	} hver Gang skimmes i en Opløsning af 1 Vegt. Cu S. L. i 5 Vegt. Vand.
4-3 ^{mm}	— " — — " — 7 —	
2-1,7 ^{mm}	— " — — " — 6 —	

Ved Forblyning kan der gives Jernet et beskyttende Overtræk mod Angreb af visse Syrer (Svovlsyre). Kunstgenstande blive ofte forkobrede eller bronserede, særlig ved Bygningsornamenter, undertiden til Lygtekanalabr og lignende.

Emailering bruges paa Kogekar, Merkeplader, indvendige Flader af støbte Kloaker. Processen foregaar i to Operationer: først dannes en Grund af en meget tungmetallig Art og over dette noget porøs Underlag kommer den egentlige Emaille af en let smeltelig Glasur af Kvarts, Borax og Soda, der ved Smeltningen med Zinnske bliver hvid og uigennemsigtig. God Emaille bør ikke springe af ved afvekslende Neddykning i varmt og koldt Vand, selv om dette gentages flere Gange.

Oxydering eller Fremkaldelse af et tyndt, blansort, ketsluttende Lag af Jernoxidd, der ikke undergaar Forandringer i Luften og ikke som Rust væder sig dybere ind i Jernet. Efter Bower-Berffs Metode udsættes Genstandene efter at være opvarmede til Rødvarme for overhødet Damp og Kulilte. Den paa Overfladen dannede Rust smedannes da til en

lynt, fastholdende Skinde af Magnetjernet. Oxydering eller
Brændering tjener væsentlig til Dekorationsøjemed og giver
ingen varig Beskyttelse.

Kobber og andre Metaller

Kobber er et blødt, sejt og smedeligt Metal af en
ren rød Farve. Det er ikke svejseligt, smelter ved ca. 1100° , men
kan ikke uden Tilsetning bruges som Støbemateriale, da det
giver blødt Gode. Det kan i kold Tilstand let smedes, vales
og drives ud i forskellige Former. Ved kold mekanisk Be-
handling bliver det hårdt og stift, men kan da blødgø-
res ved en svag Glødning til 400 a 500° , og om det derefter
afkøles hurtigt eller langsomt synes at være ligegyldigt.
Fremmede Bestanddele har dog en stor Indflydelse paa
Kobberets Egenskaber. Det rensede og ledede Kobber bruges til Le-
geringer og til elektriske Ledninger, hvortil det særlig egner
sig paa Grund af sin store Ledningevne. Kobberet anvendes
i langt større Udstrækning i legeret end i ublandet Til-
stand. Ved Legering med andre Metaller, som Tin, Zink,
Aluminium m. fl., bliver det hårdere, mere modstands-
dygtigt overfor Slid, mere egnet til Støbning, og desuden som
Regel billigere.

Kobber kommer i Handelen som Blokke, Stæn-
ger, Plader, Traad og Rør. Det anvendes foruden til Legeringer
og galvanoplastiske Arbejder til Kogekar, Fldkasser i Lokomoti-
ver, Tagbeklædning, Kobberforhudninger, Dampledninger og an-
dre Rørledninger, samt som Traad. Det overhæfter sig i fug-
tig Luft med et kulsurt Kobberilte (Fr.), der beskytter det in-
derliggende Metal. Ved Glødning i Luften overhæftes det
med et brunt eller sort Kobberilte.

Styrke og Sejghed afhænger af Kobberets Reenhed, og
navnlig af hvor stærkt, det er bearbejdet. For udslydlet Plade
eller Stænger kan regnes paa en Styrke af ca. 21 Kgr pr. (cm^2)²
med en Forlængelse af ca. 40% . Ved Overhævning eller Hold-
valsning kan Brudgrænsen voxe til ca. 32 Kgr. og Forlæn-
gelsen gaa ned til 12% . For blød Traad er Styrken 25 -
 30 Kgr, for hård Traad 40 til 60 Kgr. Styrken af Kobber af-
tager temmeligt hurtigt med vokende Temperaturer og kan
omtrent regnes = 21 Kgr $\div 0,025 t$; altsaa for $t=0^{\circ}$ og $t=840^{\circ}$
faas Styrken henholdsvis 21 og 0 Kgr pr. (cm^2)². For det blø-
de Kobber indhæder der stax blivende Forlængelser, og Proportio-
nalitetsgrænsen ligger ved 0 ; Shækkurven kræmmer sig stax
fra Begyndelsespunktet. For hårdt Kobber ligger P -Grænsen
noget højere, ved ca. 5 Kgr pr. (cm^2)².

Ved Trævelgamer af Kobber maa den sidste Be-
arbejdning udføres med stor Omhu; den sidste Spaan ved
Afhøvling eller Afregning maa være tynd, Træstykket slet-

files i Længderetningen og aftrækkes med fint Smergel-lærred, samt hvis det er fladt, afrundes paa Kanterne med 1^{mm} Radius. Iøvrigt gælder for Fildammen af Proventykket ganske de samme Regler, som for smedeligt Jern. Hvis Kobberet ønskes prøvet i blød Tilstand, maa det efter at være skilt fra Materialet, inden den endelige Bearbejdelse, glødes i en Glødevorn ved 600° a 700° , men ikke derover, derpaa afkøles i Luften, indtil Glødningen forsvinder, og derefter i Vand til 15° C. Hvis det er krømt, kan det rettes glødenude og maa derefter blødgøres ved ny Glødning og Afkøling som beskrevet.

Zink er i kold Tilstand temmeligt skørt, mellem 120° - 150° er det smidigt og lader sig let valse og forarbejde, over 200° er det meget sprødt, og det smelter ved ca. 410° . Den mest Zink kommer fra Slesien og Belgien og kommer i Handelen som 1) Zinkplader til Nedløsrønder, Tagdækninger, Beholdere, m. m., hvis Tykkelse angives efter 26 Numre i en Stadeløre, 2) Zink-Bølgeblek til Tag- og Vægbeklædninger, 3) Zinkblokke til Galvanisering, til Legeringer og til Støberbrug. Store, støbte Stykker ere vanskelige at fremstille, men saadanne kunne deles i mindre Stykker, der samles ved Lødnings. Støbte Ornamente, Vaser og lign. kunne ad galvanisk Vej forsynes med et varigt, smukt Bronzeovertræk.

Zinken staar sig godt mod Værliget, men overtrækkes med et graat Zinksalt (basisk kulvert Zink-ille), der hæfter meget fast til Metallet og beskytter det mod yderligere Fætning. Svovlsyrlingen fra Faldsteder, hvor der brændes svovlholdige Køl, angriber det stærkt, navnlig naar Sne, der indeholder Spor af derfra stammende Svovlsyre, i længere Tid ligger sig derpaa. Ligeledes kan flade Zinktage angribes af nedfaldende Sod og Kalpartikler. Kalk- og Cementmørtel angriber det ligeledes, ligesom Jorden kan indeholde Bestanddele, der isærlig Zinken. Zink bør ikke støde til Jern, da der ved fugtig Luft kan dannes galvaniske Strømme, der angriber Zinken. Derfor befestes Zinkplader til Tagdækning med Zinksøm eller forsinkede Jernsøm. - Zinken udvider sig stærkest af alle Metaller i Varmen.

Bly er baade let at støbe og at behandle i kold Tilstand ved Valning til Plader, Rør m. m. Det smelter ved ca. 330° . Det anvendes som Plader til Gulv- og Tagdækning (Isolation), til elektriske Akkumulatorer, som trykfordelende Mellemlag mellem Jern og Sten, til Samling af støbte Jernrør, samt til Projektiler, m. m., og til Rør til Gas- og Vandledninger. Saadanne Rør kunne faas i meget store Længder og ere i Modsetning til Jernrør let bøjelige og lette at samle. Blødt og luftholdigt Vand (Kulsyre) beforder dog Dannelsen af giftige

Blysalte, hvorfor Blyrør, naar de anvendes til Vand, ofte fortinnes indvendigt eller behandles paa anden Maade (svovels). Bly angribes af Kalk- og Cementmörtel og bør derfor holdes adskilt derfra ved Omhylling af Gips, Papir eller lign. - Bly skal være rent, blødt, strækbart (ikke skørt) og have en Vægtfylde af mindst 11,3. Det leveres i Blokke af ca. 100 lbs Vægt. Ved Legering med Antimon faas Haardtbley, der anvendes til Typer og til Sandemetal (84 Bly + 16 Antimon).

Tin er blødt og meget strækkeligt, saa at det let vales ud i tynde Plader (Tinfolie). Det kommer i Handelen i Blokke under forskellige Navne efter Oprindelsen; Banca Tin anses for det bedste og reueste. Det anvendes mest til Legeringer, Lodninger, Fortinning (Jernblik, Kobberkar og lign. Brugs-gjenstande, da Kobberforbindelserne ere giftige).

Aluminium har man nultidags lært at fremstille forholdsviis billigt, og derved har det efterhaanden faaet en mere udstrakt Anvendelse. Det er sejgt og strækkeligt, har en meget ringe Vægtfylde (2,6) og angribes næsten ikke Løst og af rent Vand, derimod let af Saltsyre og Alkaliopløsninger. Det har ikke nogen stor Styrke, 10 Kgr for $(\frac{1}{16})^2$ i støbt Tilstand, i valset og smedet indtil 20 Kgr med ca. 15% Forlængelse. Til-sætning af en ringe Mængde Kobber forøger Styrken uden at forøge Vægtfylden synderligt. Det anvendes mest til Legeringer, navnlig med Kobber, og som Til-sætning til Jern og Staal for at give lette Stølvninger uden Blærer.

Legeringernes Egenskaber

Styrke og Sejghed. Et Metal, der legeres med et andet faar i Reglen herved en større Styrke, dog kun til en vis Grad; legeres det stærkere, synker Styrken eller, ofte meget hurtigt, naar ikke det andet Metal i og for sig har en større Styrke. Med den større Styrke faas dog samtidigt en mindre Sejghed, altsaa en mindre procentvis Forlængelse ved Bruddet og dermed en større Fare for pludseligt Brud ved Stødpaavirkninger. Exemplvis anføres nedenstaaende omkventlige Styrkeforhold af en Kobber-Zink-legering med Materialet i valset og udglødet Tilstand; thi Legeringernes Egenskaber ere højest forskellige, eftersom de ere i støbt Tilstand eller i Stærken af valset Plade, Traad eller Strænger, og selv da maa der skelnes mellem, om de ere i den ved Behandlingen haardgjorte Tilstand eller udglødede.

Kobber-Zinklegering

Zinkmængden i %	Styrke i Kgr pr. $(\frac{1}{16})^2$	Forlængelse i %	Anmærkning.
0	ca 22	ca 35	Fra 0-30% Zn stiger Styrken jævnt
30	30	50	Forlængelsen Max.
45	48	18	Styrken Maximum
50	10	knap 2	
60	haardt og skørt som Glas.		

Med Brudstyrken stiger Elasticitetsgrænsen, og i Reglen i stærkere Forhold end hin, Brudgrænse og Elasticitetsgrænse rykke altsaa nærmere hinanden og kunne til sidst falde helt sammen, hvorved Materialet bliver uskikket saavel til mekanisk Behandling som til at modstaa Rystelser og Stød.

Ved Til sætning af et 3^{de} Metal til en af de to Metaller bestaaende Legering kan Styrken ofte forøges betydeligt, saaledes ved Til sætning af Jern og Aluminium til Kobberlegeringer.

De rene Metaller ere altsaa som Regel sejjere og mere smidige end deres Legeringer, men de forskellige Stoffer have i saa Henseende en meget forskellig Indflydelse, og ofte kan selv kun en ringe Indblanding af et fremmed Legeme gøre Metallet uanvendeligt ved at berøve det dets Smidighed. Vismit, Antimon og Arsenik kunne saaledes allerede i smaa Mængder virke skadeligt. En Undtagelse fra den her nævnte Regel haver dog i saadanne Tilfælde, hvor Metallet ved at opløse sit eget Fille taber i Sejjhed, thi i saa Fald kan Stoffer som Fosfor, Mangau og Aluminium ved at virke som Afiltuingsmiddel tjene til at forøge Sejjheden, naar de ikke anvendes i større Mængde end beregnet til Opmeddet.

Haardhed. Ligesom Styrken forøges almindeligvis ogsaa et Metals Haardhed ved Legering med et andet,

selv om dette er mindre haardt, dog kun til en vis Grad, og denne Forøgelse i Haardhed er ofte Grunden til, at man foretrækker en Legering for det rene Metal, da det derved stiles mindre. Allerede 5% Zink til 95% Kobber forøger dets Haardhed til det dobbelte af rent Kobber, og Haardheden vover indtil 20% Zink. Ved Til sætning af Zink vover Kobberets Haardhed i mindre stærk Grad, haardest er i dette Tilfælde lige Dele Kobber og Zink, hvis Haardhedsgrad er omtrent det dobbelte af det rene Kobbers. — Som tidligere nævnt vover ogsaa Blyets Haardhed ved Til sætning af Antimon.

Ved mekanisk Behandling haardgøres ligesom Kobberet de ved Legering dermed dannede Metaller. Haardheden — og samtidig dermed Styrken — bliver størst ved Traadtrækning, mindre ved Valsning. Det rene Kobber kan ved Traadtrækning naa en Brudstyrke af ca 50 Kgr pr (mm)², der altsaa taber sig og synker ned til 21 Kgr. ved fuldstændig Udglødning til ca. 400° eller derover. Fra 0° til 400° er der delvis Udglødet Tilstand, og fra 0-400° vil Brudstyrken aftage fra 50 til 21 Kgr proportional med Temperaturen. Opvarmet over 800° bliver Kobberet brændt, Brudstyrken bliver lidt mindre, men Sejjheden meget mindre end tidligere. Paa lignende Maade, som her nævnt for Kobberet, vil dets Legeringer og de væsentligst nævnte forholde sig, men de anførte Talværdier og Grænser ville selvfølgelig være forskellige. Jo mere Zink, der fin-

des i Legeringen, desto før indtræder den forbrændte Tilstand. — Brændfladen af et støbt Stykke viser i Reglen mere eller mindre udprægede Krytaller, der forsvinde mere og mere, naar Materialet gøres haardt ved Valsning. Disse Krytaller udvikle sig mindre stærkt, naar Temperaturen er lav ved Udstøbningen, og Afkølingen er hurtig som ved Udstøbning i Metalforme. Da det fine Korn giver Styrke, bør man derfor ikke have det smeltede Metal for varmt.

Støbelighed. Ved Legering bliver Metallerne Smeltepunkt lavere; de faa en større Tyndflydenhed, Luftudviklingen formindskes eller kan helt forsvinde; derfor frembyde Legeringerne et for Støbning mere egnet Materiale end de rene Metaller. Zink-Kobberlegeringen (Messing) har kun ringe Tilbøjelighed til Saggring selv ved langsom Afkøling. Zink-Kobberlegeringernes Tilbøjelighed til Saggring væser i Reglen med Zinkindholdet. En Legering, der viser Saggring faar andre mekaniske Egenskaber end saadanne, der bevare en regelmæssig Sammensætning.

Ledningsevne for Varme og Elektricitet. De rene Metaller ere gennemgaaende de bedste Ledere, ved Legering formindskes i Reglen Ledningsevnen. En ringe Mængde af et fremmed Stof som f. Ex Metallens eget Stof kan formindskes Ledningsevnen væsentligt. Ved Tilsetning af Fosfor eller Silicium til Ledningsraad er det

Gjennemdet derved at forøge Styrken betydeligt, medens Ledningsevnen formindskes.

Broncer

De almindeligst anvendte Broncer ere Legeringer af Kobber og Zink, undertiden med forskellige Tilsetninger. Foruden Zinkbroncer haves dog ogsaa Aluminiumbronze, Manganbronze og lign.

Ligeoverfor Kobber og billigere Legeringer (Messing) udmærker Broncerne sig ved Støbelighed, Haardhed og Styrke. Forøgelsen af Haardheden ved Zinktilsætning er allerede nævnt. Forøgt varierer Styrke og Egenskaber stærkt med Sammensætningen og Behandlingen. For at gøre Bronzen billigere og lettere støbelig, tilsettes ofte noget Zink, og for at lette Bearbejdelsen tilsettes ofte noget Bly, hvorved Spaarnerne lettere slipper et skærende Værktøj. Ved at afkøle støbt Bronze hurtigt modvirkes Saggring, og den bliver der ved blødere og mindre skør, ligesom man ved den saakaldte Anløbning, s: Opvarmning til mørk Rødglødhede eller ved tynde Stykker til Zinkets Smeltepunkt og derpaa følgende pludselige Afkøling kan gøre Bronzen blødere og smidigere, (altsaa modsat, hvad der findes Sted for Støbet).

Man skelner mellem:

a) Kanonbronze, ca 90 Kobber + 10 Zink, Bronzekanoner brui-

ges ikke meget mere.

b) Spejlbronce. ca 67 Kobber + 33 Tin

c) Kunstbronce ca. 87 Kobber + 7 Tin + 3 Zink + 3 Bly, men

Sammensætningen vecker

d) Maskinbronce anvendes til mange Maskindele paa Grund af dens Haardhed, Styrke, Modstandsdygtighed overfor Vand og Luft, Ledtæbelighed o. s. v. Saaledes til Pumpe dele, til Flaner og Ventiler, og til Pliddele som Pander, Excentrikbøjler, Glidere m. m. I Reglen tilsettes mere eller mindre Zink for at formindke Haardheden og forøge Stæbeligheden og undertiden noget Bly af Bearbejdelses hensyn. Sammensætningen varierer meget efter Ojemedet. Eksempelvis anføres:

til Ventiler, Flaner og lignende --- 88 Kobber + 12 Tin + 3 Zink

" Metalpander, Glidere og lign. 86 " + 14 " + 2 "

Saadanne Maskinbronce benævnes ofte "Metal", eller, naar det er mere kinfattigt og indeholder en Del Zink, "Rødgoods". Ofte omstøbes kasserede Metalgenstande under Tilsetning af Kobber og Tin. Da Tin er betydelig dyrere end Zink, er Tilbøjeligheden til at spare paa Tinnet naturligvis størst. En skarp Adskillelse mellem Bronce, Metal og Rødgoods kan ikke drages.

e) Fosforbronce og Siliciumbronce er Kobberlegeringer, hvor Feltindholdet er fjernet ved de nævnte Tilsetninger. Fosforet tilsettes Bronceblandet som Fosforkobber (med ca 5% Fosfor) og Fosforet heri forbrændes af Filterne og gaar i

Slaggen, saaledes at der i det færdige Produkt næsten ingen Fosfor findes, og dette gør altsaa væsentligt Nytte som Afrensingsmiddel. Fosforbronce anvendes meget i Maskinteknikken paa Grund af dens Styrke Modstandsdygtighed mod Slid, mod kemiske Indvirkninger, og dens Ledtæbelighed. Det kan smedes valses og trækkes; af Jernvand angribes det kun $\frac{1}{2}$ mod det rene Kobber og med 10% Tin stiger Styrken ca. 30%, uden at Sejgheden formindkes. Det bruges til Leger, Tandhjul, Pumpestænger, Skibskrøer, Rør, m. m. Styrken kan i uodglødet Tilstand sættes til 35-40 Kgr per ($\frac{mm}{2}$) med ca.

40% Forlængelse, i ikke uodglødet Tilstand er Styrken omtrent det dobbelte, og i støbt, ubearbejdet Stand ca 24 Kgr.

Siliciumbronce bruges navnlig til Telegraf og Telefontraad; det er ikke nogen egentlig Bronce, da der ofte ingen Tin findes deri, men altsaa svarere Kobber, rensat ved en Tilsetning af Siliciumbkobber. Det saakaldte Kobberbronce er enten Siliciumbronce eller Kobber med ganske lidt Tin. Traade af Siliciumbronce have større Ledningsevne end saadanne af Bly og større Styrke end Kobbertraad. I Schweitz findes en Bronce traad af 3 mm Diam. spændt over en Lø med 2400 mm brithængende Længde.

Silen paa Büen er om Sommeren ca 50 mm , om Vinteren ca. 40 mm .

	Styrke ($\frac{mm}{2}$) i Kgr per $\frac{mm}{2}$	Lednings evne
Almindelig Kobbertraad	28	100
Telegraftraad af Siliciumbronce (99,9% Cu)	45	98

Tilpudsand af de. 147,1% Cu, ca. 1,1% Zn og 1% Sn 83 43.
 Det tyske Post- og Telegrafvæsen forlanger (1896) for Bronze-
 traad til Telefontelefoner:

Før Traad af	4,5	4	3	2	1,5	mm Diameter
Skal Styrken være	50	51	53	53	70	Kgr. pr. (mm) ²
Traaden skal udholde	6	7	7	7	11	Bøjninger
om Klembacker med	10			5		mm Radius.

Ved Strækprøver skal for den 1,5 mm Traad, Forlængelsen være $\geq 1\%$, for de øvrige $\geq 1,5\%$.

f) Aluminiumsbronze er Kobber med 3 til 10% Aluminium. Det er et gyldengult Metal med stor Haardhed og Styrke, 2-3 Gange Kobberets og mere modstandsdygtigt en Tinbronze mod Slæbning. Det kan smedes i Varmen, men er vanskeligt at støbe, da det svinder stærkt. Det bruges navnlig til Skibsskruer og Skibsforskræmning, Skidflader, m.m. Det lider stort Tab i Styrke ved højere Temperaturer. Med 5,5% Aluminium er Styrken 44 Kgr. pr. (mm)², Forlængelsen ca. 60%; med 10% Aluminium 64 Kgr. og ca. 10%.

Kobber-Zinklegeringer

Disse Legeringer egner sig udmærket til Sløbning, og der kan anvendes ret betydelige Zinkmængder, hvorfor de blive billige, idet Zink er et forholdsvis billigt Metal.

Med Tilværmelse kun Trisforholdet mellem de forskellige Metaller i ren Tilstand, der anvendes til Legeringer ansattes saaledes

Bly: Zink: Antimon: Kobber: Tin = 1: 2: 3: 4: 5,

men det maa erindres, at Trisverne ofte variere stærkt. Zinken forøger Kobberets Haardhed og Styrke, men langfra i samme Forhold som Tin, men paa den anden Side forringer det ogsaa Sjægheden i langt mindre Grad. Kobber-Zinklegeringer med mindre end 35% Zink, taale godt at smedes koldt, men ikke varmt, medens de mere zinkholdige Legeringer med ca. 40% Zink (Müntz Metal, Delta Metal) kunne taale at smedes varmt.

a) Messing. Sammensætningen varierer en Del. Til at mindelig støbte Genstande, som ikke kræve stor Styrke, indeholder det ca. 40 Zn + 60 Cu, til Valvning af Flader og Trækning af Traad og Rør ca. 30 Zn + 70 Cu. Ofte indeholder det en ringe Mængde Tin, samt tilsat Bly for at lette Bearbejdelsen, som tidligere omtalt. Den Styrke og Sjæghed af Messing er tidligere talt. Det anvendes i Maskinteknikken til Rør, som skulle have en vis Bøjelighed, til mindre Genstande, der let støms i Messing fremfor i Støberjern, da de derved ikke som i dette blive skøre og ligeledes bedre modstaa Rust. Indeholder Legeringen meget Kobber, faar den en rødlig Farve og benævnes da ofte "Rødguld" og er der desuden tilsat mere Tin og Bly, nærmest Metallet

sig til zinkrig Bronze.

b) Müntz Metal (eller Yellow Metal) er ca. 60 Cu + 48 Zn og noget Jern og Bly og undertiden Tin, er smedeligt i Rødvarme og bruges særligt til Skibsbolte og Skibsforklædning, Pumpsænger, Rørplader i Kondensatorer m.m.

c) Delta metal med 40-43% Zn, ca 1% Jern og noget tilsat Fosforkobber eller Mangankobber og undertiden noget Bly af Bearbejdelses hensyn. Det var fundet en del Anvendelse i Maskinteknikken i den yngre Tid, da det let bearbejdes koldt, kan smedes og presses i Rødgloedehede, giver i stibt Tilstand et godt Stærke og har en temmelig betydelig Styrke og Sejhed. I stibt Tilstand er Styrken 30 à 35 Kgr, valset og udglødet 40-55 Kgr. med 40-44% Forlængelse, og som et tråd kan Styrken være 80-90 Kgr. Ved Strængpresning skal man endog kunne få et Metal med 75 Kgr. Styrke og 33% Forlængelse. Det anvendes til Skibsskræner, Pumpsædele, Stempelstænger, Tandstænger og Tandhjul, Skruespindler, m.m. Det forener til en vis Grad Staalets Styrke og Sejhed med Bronzens Evne til at rulle.

Hvidt Metal

"Hvidt Metal" består i Reglen af Tin og Antimon med en større eller mindre Tilsetning af Kobber eller Bly. Det er blødt og plastisk og anvendes under visse Forhold til Sander i Lejer og som Metalpakning i Stopbøsninger ved

højspændt Damp og lign. Sammensætningen er forskellig efter Djerneddelen. Statsbanerne nævnte Vognaaxelpunder med en Legering af 84 Dele Bly + 16 Tin, altsaa nærmest Sammensætning som Haardtbley, uden Tin- og Kobberindhold og derfor billigt. En almindelig Sammensætning af hvidt Metal er ellers 83 Tin + 11 Antimon + 6 Kobber, med en større Kobber tilsetning f. Ex til Lokomotivlejer, der kræve en større Haandhed af Hensyn til Stød og deet. Til Metalpakninger anvendes i Reglen en Legering af Tin, Bly og Antimon.

Temperaturens Indflydelse paa Styrkeforholdene.

Dette Spørgsmaal har megen Interesse, navnlig af Hensyn til Anvendelsen af Kobber og Bronze til Rørdele og Ventiler i Dampledninger, særlig nutildags, da der er en Tendens henimod Anvendelsen af meget høje Dampspændinger og af overhedet Damp. En tysk Ingeniørkommission har i Aaret 1900 fastsat "Normaler" for Rørledninger til højspændt Damp. Med Hensyn til Materialier fastsættes heri:

a) Støbejern kan bruges til Rør, Ventillegerer, m.m. for alle Dimensioner indtil 8 Atm., fra 8-13 Atm. kun for Rør indtil 150 mm, og fra 13-20 Atm. maa det ikke anvendes. Støbejern bevarer jo næsten en konstant Styrke indtil 500°, hvorefter den hurtigt aftager, men dets mindre Styrke og Svalidelighed begrænser dets Anvendelse.

b) Kobber skal have en Styrke af mindst 21 Kgr. pr. (mm^2) med mindst 35% Forlængelse. Over 8 Atm og Diameter $> 125 \text{ mm}$ skulle Kobberet bevikles med forzinket Ståltråd. Som tidligere nævnt kan rent og blødt Kobbers Styrke omtrentlig beregnes efter $21 \text{ Kgr} = 0,025 \text{ t}$, der er anvendelig indtil 200° , som giver Styrken 16 Kgr pr. (mm^2).

c) Bronze til Ventillegeringer og Façondele skal have en Styrke af mindst 20 Kgr pr. (mm^2) med mindst 15% Forlængelse.

Den franske Marine forbyder Anvendelsen af Tinbronce til Stykker, der modtage Damp med et Tryk over 15 Kgr pr. cm^2 .

Professor Baeh har i "Zeitschrift d. Vereins deutscher Ing." for $22/12$ 1900 meddelt Forsøg over Forhold ved forskellige Temperaturer med Broncestænger fra den tyske Marine af Sammensætning 91 Kobber + 5 Tin + 4 Zink, der ved alm. Temperatur havde en Styrke af 24 Kgr med 36% Forlængelse paa 200 mm og 52% Kontraktion.

	20°	100°	200°	300°	400°	500°
Brudgrænse i Kgr. pr. (mm^2)	24	24	22,5	14	6	4
Forlængelse paa 200 mm	36	35	35	11,5	0	0
Forvænselsformindskelse %	52	47	48	16	0	0

Denne Bronze kunde altsaa anvendes ved Damp af 200° og lidt derover, men ikke ved 300° , og kunde altsaa ikke an-

vendes til stærkt overhødet Damp.

Styrken og Forlængelsen af Messing med 30-33% Zink aftager regelmæssigt indtil ca 230° . Over 300° indtræder en pludselig Formindskelse, og Legeringen synes at spalte sig.

Kobber-Zinklegeringer med ca. 40% Zink og fremstillede ved Hjælp af et Afiltningemiddel som Fosfor, Mangan eller Aluminium, og indeholdende lidt Jern, som Seltametall, have den værdifulde Egenskab, at Styrken aftager temmelig langsomt ved vokende Temperatur, indtil 250° à 300° . Ved 200° kan Styrken være 70-85%, ved 250° endnu 60% af Styrken ved 15° , og Forlængelsen vokser i Reglen indtil 200° . Den franske Marine anvender dem derfor ligesom støbt Staal til Dampspandinger over 15 Atm.

Aluminiumbronces Styrke falder pludseligt mellem $80-150^\circ$, og den egner sig derfor ikke til Anvendelse ved høje Temperaturer.

Træ

De Egenskaber, der gøre Træet til et vigtigt Bygningsmateriale, er dets Elasticitet og Styrke i Forbindelse med ringe Vægt, samt den Lethed, hvormed det lader sig bearbejde og sønderdele. Verimod er det udsat for Forraadnelse og Angreb af Dyr og Svampe, samt let antændeligt og brændbart. Det er derfor nu paa mange Omraader bleven stærkt fortrængt af Jernet.

Træets (Veddet) Bygning og Beskaffenhed

Træet eller Veddet opbygges af celler d: s: maa langstrakte, hule Legemer kilede ind mellem hinandene, og hvis Længde hos Naaletræerne naar op til 4-5 μ , de bestaa af cellevæggen, som omstøtter et Hule rum, der i den yngre Celle indeholder cellestim (Protoplasma), hvis Hovedbestanddel er Aggelvædestof. Det er cellestimen, der betinger Cellens Liv og Væxt. I den lidt ældre Celle opstaar i cellestimen Saptrum, der indeholder cellesaft, som bestaar af Vand, hvori mange forskellige Stoffer ere opløst, og som efterhaanden trykker cellestimen ind mod væggen. Celleformeringen foregaar ved Deling, og i et Lag,

som ligger mellem Barken og Veddet og kaldes Dannelseslaget. Dermed vokser Træet, men Vækten foregaar kun om Sommeren.

cellevæggen, der tjener til at give Planten Fasthed og Stivhed, bestaar fra først af uudeltukkende af Cellulose, senere indvandler der andre Stoffer, hvorefter cellevæggen fortykket og faar en anden fysisk og kemisk Beskaffenhed. Disse Stoffer kaldes med et fælles Navn Træstof (Lignin). cellevæggen og dermed Veddet bestaar altsaa af Cellulose og Lignin i omkring lige store Mængder, desuden en mindre Mængde af andre Stoffer, samt en stor Mængde Vand. Den forvædede Vægs substans har en temmelig konstant Vægtfylde, nemlig 1,56. Forvædningsgraden har ingen Betydning for Veddet tekniske Egenskaber, som Fasthed, Bærenoe, m. m.

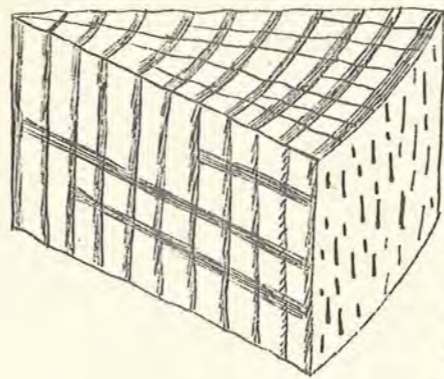
Veddet er altsaa sammensat af celler, men der skelnes mellem Vedceller, Kar og Tracheider. Vedcellerne ere langstrakte, sjældent dog over et Par Millimeter lange, celler, med tykke og stærkt forvædede vægge. Længderetningen falder sammen med Stammens eller gre-nens. De findes kun hos Løvtræer. Karrene ere lange Rør, dannet ved, at en Række over hinanden stillede celler er smeltet sammen. De kan jævnligt ses med blotte Øjne, som fine Huller, der kaldes Porer. Naaletræerne mangler Kar. Tracheider dannet derimod hovedmassen af Naale-

træernes Ved, medens de forholdsvis ere spældne hos Løvtræerne. De ere kileformigt tilspidede i begge Sider. De om Sommeren dannede Træeider ere tykvæggede med et lille Hølrum, de om Foraaret dannede tyndvæggede med stort Hølrum.

Andre Organer i Veddet ere Harpiumkanaler og Marvstråler. De første findes særligt hos Naaletræerne og ere lange Rør efter Stammens Længderetning, der paa et Tværsnit vise sig som fine lyse Trækker, og de tjene til at lede Harpiksen, der produceres af de omkringliggende Celler. Medens Rødgrauen hurtigt taber Evnen til at producere Harpik, bevarer Skovfyren denne Evne længe, hvilket forklarer Fyrretræernes Veddet Harpikrigdom. — Marvstrålerne ere smalle kantstillede Plader, hvoraf nogle strække sig lige fra Marven ind til Barken, men alle gaa de helt ud til Barken, og alle begynde de ved en Barringgrænse. I et Tværsnittet vise de sig som Steger, der strække radiaalt ind mod Barken. Aftages denne, vise de sig som streg- eller lancetformede Platter paa Veddet, og paa en Klørningsflade gennem Marven vise de sig som de saakaldte „Spejl“, s: Bænd af større eller mindre Bredde og Længde efter Marvstråleens Tykkelse og Højde og den Nøjagtighed, med hvilken Snittet følger dens Plan. Marvstrålerne bidrage meget til at give Træet dets ejendommelige Udseende, eftersom de ere store eller smaa, mange eller faa, lyse eller mørke, o. s. v. Lg og Bøg have saaledes meget store Marvstråler,

Naaletræerne gennemgaaende smaa. De tjene som Oplagssted for Reservensuring, og de medføre Træets Kløvelighed.

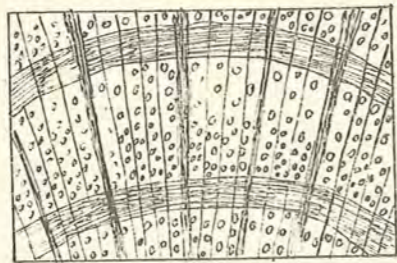
Et Tværsnit i en Stamme viser Væddet som



bestaaende af en Række koncentriske Lag. Yderst Barken, Træets Huid, der indeslutter og beskytter Veddet, inderst Marven, der dog nærmest spiller en Rolle i Træets første Periode, og mellem dem Barringene, hvoraf hver enkelt er dannet i Løbet af en Sommer, og da Træet jo ikke vokser om

Vinteren, angiver Barringenes Antal ved Grunden af Stammen Træets Alder. En Barring repræsenterer altsaa den aarlige Tilvæxt, og da Træet vokser udvendig fra, ere de ydre Dele altsaa de yngste Barringene mangle hos mange tropiske Træer, f. Ex. Salmorne. Den enkelte Barrings Dannelse begynder hos os i Maj Maaned og er fuldkendt ombrent midt i August. I et stor Mængde Træarter ser man tydeligt den enkelte Barrings Grænse med blotte Øje — særlig tydelig hos Naaletræerne — hvilket hidrører fra Forskellen paa det Ved, der er dannet om Foraaret, Foraarsveddet, og det, der er dannet om Sommeren, Sommervæddet. Foraarsveddet er lyst, let og lysere, Sommervæddet fast, tungt og mørkere. Da Væddets Kvalitet for samme Træart stiger og falder med Vægtfylden, er altsaa Foraarsveddet af ringere Kvalitet end Sommervæddet. Hos Løvtræerne findes

mange og store Hår i Foraarsveddet, men forholdsvis faa og smaa i Sommerveddet.



Træet er altsaa desto bedre, jo mindre Foraarsved det indeholder. Træer, der først begynde at vokse sent paa Aaret, indeholde mindre Foraarsved og danner smalle Starringe, men der kan dog ikke opstilles

den Sætning, at fintringet Træ er bedst. Saaledes har Nord-svensk Fyr smalle Starringe; men da det er vokset i et koldt Klima, hvor Ernæringsforholdene have været daarlige, er dets Lellvægge tyndere og dets Kvalitet altsaa ringere end det mere bredringede sydsvenske eller tyske Fyrved, som er vokset op i et mildere Klima. Stærkt undertrykte Træer danne ligeledes smalle Starringe med meget slet Ved. Med en fyldigere Ernæring stiger ikke alene den aarlige Tilvæxt, men ogsaa Vedlets Kvalitet. Veddet af Træer, der ere opvokse i sluttet Bevoksning, er bedre end Veddet af Træer, der have staaet frit; det bedste Ved faar man af Træer, der i Ungdommen have staaet under ældre Træers Skygge, og som først lidt efter lidt have faaet en friere Stilling, idet der hos saadanne Træer altid er dannet lidt Foraarsved.

Hele Starringens Forvedningsproces tilendebringes normalt i samme Tid som Starringsdannelsen

og naar Forvedningen er tilendebragt er Veddet usvødent. Hos nogle Træarter, de saakaldte Splinttræer, undergaar Lellen ikke videre Forandring, naar indtages, at den mister sin vandledende Evne; men hos andre, de saakaldte Kærnevedstræer, indtræder der en Kærnedannelse, som begynder inde ved Marven og bestaar i, at der aflegges forskellige Stoffer, bl. a. Garvestof, i Lellernes Vægge og Hulrum. Samtidig forandres Vedlets Farve, det bliver mørkere, saa langt Kærnedannelsen foregaar. Fåke alt Veddet omdannes nemlig til Kærneved; der bliver altid en smattere eller brudere Ring tilbage, som endnu er uforandret, og som kaldes Splinten. Kærnedannelsen indtræder først, naar Træet har naaet en vis Alder, og den fortsættes saa længe, det lever, saa at der hvert Aar omdannes Splintved til Kærneved. Hos nogle Træarter, f. ex. Skovfyr, ophobes Harpik i Kærnen, hvorved Kærnedannelsen bliver mere udprøvet. Kærnevedet er haardere, tungere og varigere end Splinten og er altsaa det bedste Materiale. Som Regel går man ud fra at et Træ, hvis indre Ved er mørkere farvet end det ydre, er et Kærnevedstræ, men det er ikke svødent at træffe Splinttræer, hvis indre undtagelsesvis er mørkere farvet end det ydre; saadanne Træer siges at have fåket Kærne. Hos ældre Bøg kan man lidt se en rødbrun fåket Kærne opstaaet ved, at Forvædningsprodukter sive ned fra raadne Kvaster. Hos Skovfyr er alt Veddet usvø-

farvet ved Fældningen, og først naar det har ligget nogle Dage, bliver Kærnen brændlig. Træer med Kærne ere: Eg, Skovfyr, Lærk, Elm, Ask o. s., Splinttræer ere Bøg, Birk, El, Rødgran m. fl. Hos Eg og Skovfyr har Kærnedannelsen meget stor Betydning; hos andre som Elm og Ask spiller den mindre Rolle.

Som Følge af at Træerne i Ungdommen som Regel begynde at vokse tidligere paa Aaret, end naar de blive ældre, er det Ved, der dannes i Træets højere Alder, bedre end det, der dannes i Ungdommen; man maa derfor ved Naaletræets Oparbejdning bortslinge saa lidt som muligt; thi det er det bedste Ved, man hugger bort. Vedets Kvalitet er forskelligt i Træets forskellige Dele; bedst er det foruden i Stammen; derfra aftager Kvaliteten opad til Kronen, hvorpå den atter stiger.

Planterne optage deres Næring dels gennem Røden (væsentlig af mineralisk Beskaffenhed), dels gennem Bladene (Kulstof). Om Vinteren optage Planterne ikke Næring, fordi Assimilationen fordrer en højere Temperatur, end Vintermaanedene har. Naar Træet om Foraaret begynder at vokse, forbruger det til Dannelsen af nye Skud og Blade en stor Mængde af den Reservensæring, der er ophobet sidste Eftersaar. Vandet optages hovedsageligt af Rødderne og gennemsnitlig indeholde haarde Løvtræer 40%, bløde Løvtræer 50% og Naaletræer 60% Vand. Vandmængden aftager

fra Barken ind mod Marven. Vandmængden er størst ved Midtsommer og ved Nytaar, mindst Foraar og Eftersaar. Omkring Halvdelen af Vandindholdet findes i flydende Form, medens Resten er optagen i Kellevejggen.

Det faldede Træ afgiver ved Lufttørring en stor Mængde Vand. Det er dog ikke alt Vandet, der damper bort ved naturlig Tørring i Luften, der bliver altid en Rest paa 10-18% tilbage, og for at Vandindholdet skal synke saa langt, maa Træet have ligget mindst nogle Maanedes under gunstige Udtørringsvilkår - om Vinteren i opvarmet Rum. Ved kunstig Tørring under høj Temperatur kan Vandindholdet bringes endnu længere ned. De forskellige Træsarter udtørres dog ikke alle lige hurtigt; de lette og haarde Træsarter udtørres langsommere end de bløde og løse, og Splinten tørner hurtigere end Kærnen. Ved Udtørringen svinder Træet saavel i Vægt som i Rumfang. Grøn Naaletræssplint har saaledes en Vægtfylde af ca. 1,0, medens den i lufttør Tilstand er 0,45. Formindskelsen af Rumfangen forklares ved, at Vandet har kilet sig ind mellem Kellevejggenes Bestanddele og forårsaget Væggenes Udbildning. Naar Vandet da forsvinder, traes Tusinder af Liller, sker der en kendelig Sammentrækning af hele Vedstykket; det svinder. Svindet er større i Splinten end i Kærnen, hvor de kærnedannede Stoffer allerede til dels har indtaget Vandets Plads, større i Sommervedet

med de tykke Lellvægge end i Forsaarsveddet, og derfor ogsaa større i fintringet end i bredringet Ved. Træet svinder mindst i Længderetningen, men Svindets Størrelse afhænger i øvrigt af mange Forhold og skal senere omtales nærmere. Rømfangets Formindskelse ved Udtørring er omtrent 10%.

Naar Træet efter Udtørringen atter kommer i Berøring med Fugtighed optager det paany en stor Mængde Vand; herved forøges atter Vægt og Rømfang, idet Vandet trænger ind i Hultømmene og ind mellem Lellvæggenes Bestanddele, som presses lidt ind fra hinanden. Man siger da, at Træet bildner ud.

Veddets Egenskaber som Bygningsmateriale

Vægtfylden er meget forskellig for de forskellige Træsarter, og indenfor samme Art højst forskellig, efter som det er grønt, lufttørrt eller kunstigt tørt. For grønt Træ ligger den for vore almindelige Træsarter mellem 1,2 og 1,7, for lufttørrt mellem 0,9 og 0,4. Som nævnt er selve Vedmassens (uden Hultøm) Vægtfylde temmelig konstant, lig 1,56 og ens for Kjerne og Splint; men Forholdet mellem Vedmasse, Vand og Luft varierer paa mange Maader. Thax efter Fæltninger kan dette Forhold omtrent sættes til 1:1:1, og da:

1 Liter Vedmasse	vejer	1,56	Kgr
1 --- Vand	---	1,00	---
1 --- Luft	---	0,00	---
		3) 2,56	---
		0,85	---

vejer altsaa 1 Liter Ved med et røndt Tal 0,85 Kgr. Naar to lige store Træstykker dog ikke vejer lige meget, beror denne Forskel i Vægt paa Forholdet mellem Lellvæggenes Fyldelse og Organernes Hultøm. Som Følge heraf har man i Vægtfylden et Udtryk for Forskelligheden i Veddets Bygning, og da mange af Veddets tekniske Egenskaber, saasom Haarthed, Styrke Elasticitet og Varighed afhænger af dets Bygning, har man altsaa i det lufttørre Veds Vægtfylde et godt Udtryk for dets Kvalitet. Men kun indenfor samme Træsart kan man anvende Vægtfylden som Maalestok for Veddets Egenskaber, fordi mange Egenskaber afhænge ikke alene af Veddets anatomiske, men ogsaa af det kemiske Egenommeligheden. Sommerveddets Vægtfylde er større end Forsaarsveddets, Kørrens større end Splintens.

For et Stykke Ved med regelmæssig prismatisk Form kan Vægtfylden let bestemmes ved at dykke det i et snævert Glas med Vand; synker det med $\frac{1}{n}$ af Længden under Vand, er Vægtfylden ganske simpelt $\frac{1}{n}$.

Efter Vægten i lufttør Tilstand kan de forskellige Træsarter deles i:

- 1) meget lette med vægtfylde under 0,5 : Lind, Rødgran, Poppel
- 2) lette " " mellem 0,5 og 0,6 : Lærk, Fyr, Edelgran
- 3) middeltung " " " 0,6 og 0,7 : Elm, Ahorn
- 4) tung " " " 0,7 og 0,8 : Ask, Rødbøg, Hvidbøg
- 5) meget tung " " over 0,8 : Eg, Bokkenuholt, Ebenholt.

Haardhed, β : Modstanden mod et skærende Legemes Indtrængen, samt Modstanden mod Stød og Slid, vover i Reglen med Træets Vægtfylde i lufttørret Tilstand og har Betydning for Træets Bearbejdelse, idet hvarst. Træ er mindre let at arbejde i end blødt, og for dets Anvendelse, hvor det skal modstaa Slid (til Trappetrin, Remskiver og dslige). Sommervæd er selvfølgelig haardere end Foraarsvæd, ved Paavirkning af Sandblæst i 1 à 2 Minutter slides derfor fortrinsvis Foraarsvæddet bort som det blødeste Træ, medens Sommervæddet bliver staaende tilbage som ophøjede Kamme. Vædt Ved er i Reglen blødere end tørt.

Technisk Hensæende deler man med Hensyn

til Haardheden Træet i 2 Klasser:

- 1) Bløde Træsorter: Naaletræernes Ved, Lind, Poppel, o. s. v.
- 2) Haarde " " : Bøg, Eg, Ask, Elm, o. s. v.

Spalteligheden har ligeledes stor Betydning for Fældannelsen. I Retning normalt paa Træets Ase lader det sig ikke spalte. Man skelner mellem Spaltelighed i radial Retning, γ : efter Marvstrålernes eller Spejleenes Retning og i kordal Retning δ : efter Harringene. Træets Spal-

telighed i radial Retning er 2 à 3 Gange større end i kordal Retning, fordi Marvstrålerne, der jo forløbe i radial Retning, skiller de enkelte Fibre fra hinanden. Spalteligheden er som Regel desto større, jo lettere Træet er, ligeledes spalter retgroet Træ med lige og regelmæssigt Forløb af Fibrene lettere end krümgroet Træ. Rødvæd er meget tungtspalteligt. Grønt og saftigt Træ spalter lettere end tørt og gammelt. Letkløvelige ere Poppel og Naaletræ, mindre letkløvelige: Bøg og Eg, vanskelig kløvelige: Hvidbøg, Elm og Ask.

Elasticitet og Styrke. Da Træ har en udprøvet fibret Struktur, er dets Styrke meget forskellig overfor Paavirkninger af forskellig Art og i forskellig Retning i Forhold til Fibrene. Både Elasticitet og Styrke vover med Vægtfylden. En P_c Brudgrænsen for Tryk, δ Vægtfylden ved 15 % Fugtighed, angiver Bauchingen for Naaletræ

$$P_c = 1000\delta - 100 \text{ Kgr pr cm}^2$$

Korntræ er stærkere end Splinttræ, tørt Træ stærkere end fugtigt, Træ, der har vokset langsomt, stærkere end det hurtigt vokede. Styrken er dog vanskelig at angive med saa bestemte Tal som f. Ex for Jern, og Angivelserne derover ere oftest meget varierende. Naar man overfører Forsøgresultaterne til det praktiske Liv, maa man huske paa, at Væddet her er skåret, skåret over Spaan og undertiden mere eller mindre beskadt. Kendskab til Træ er mest

en Tørringsvæg, og Styrkeprøver ere her ikke altid meget meget vejledende. Under Magasineringen kan Træet undergaa store Forandringer, idet det enten selv medbringer Fæjl, der udvikle sig videre, eller det kan faa dem under slette Magasineringsforhold.

Træ følger ikke Hookes Lov, og blivende Formforandringer indtræde allerede for temmelig smaa Paa-virkninger. Elasticitetskoefficienten kan for de mest anvendte Træsorter regnes = 110000 Kgr. pr. cm². Tryk- og Bøjningsforsøg ere bedst skikket til at give Begreb om Styrken af Træ og svare ogsaa bedst til den Maade, hvorpaa Træet anvendes, idet selv om Træet anvendes til søjler og lign., er det Bøjningsmodstanden, der er det bestemmende for Styrken. Styrken overfor Træk er 2-3 Gange større end Styrken overfor Tryk. Kunsten forhindrer ikke Styrken mod Tryk mere saa meget som mod Træk, og bør derfor helst sidde i Splintens Overside. Iblivendelighed maa jo sørges for, at Træk og Tryk komme til at virke efter Fibrenes Retning, Bøjning og Vridning vinkelret derpaa. Til Stykker, der skulle indholde Træk, maa vælges retgrædt Træ. Groningen kan gøre en Spløkke uskikket til Bøjning, naar der er meget overskaaret Træ i den. Form-



mer, der er skaaret ud af svære Stammer, bør helst maaske sættes paa Højkant. Som nævnt tilføjer Styrken, naar Vandindholdet aftager, og den er langt større for stærkt tørt end for lufttørt Træ

med ca 15% Fugtighed. Ved stærkt tørt Træ ligger Elasticitetsgrænsen nær ved Brudgrænsen.

For Tryk parallelt med Fibrene kan gennemsnitlig regnes for Bøg, Eg og Ask ca. 500 Kgr, for Fyr ca 400 Kgr pr. cm².

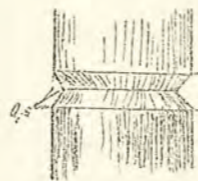
For Tryk vinkelret paa Fibrene kan gennemsnitlig kun regnes 40-60 Kgr pr. cm².

For Forskydning parallelt med Fibrene kan gennemsnitlig for Fyrtræ kun regnes 20 og 60 Kgr, eftersom Skriften virker \neq eller \perp paa Fibrene.

I 1894 er der af Skovvæsenet foretaget nogle sammenlignende Undersøgelser af dansk, svensk (Kalmar Län) og bayersk vinterfaldet Gran. De danske Træer bleve tagne af 70-aarige Træer, de svenske og tyske af ca. 110-aarige. Træestykkerne



bleve opskaarne korsvis efter længden og af hver Ende opskåret 3 cylindriske Træestykker 7^{cm} i Diameter, 10^{cm} høje, to Stykker fra det ydre Ved med Centrum 5^{cm} fra Barken (Splintens) og eet fra det indre Ved (Kærnen), der afbrydes nøjagtigt til 6^{cm} Diameter. 1/4 af Stykkerne forsynes



des med en ringformig Inddrejning midtvejs for derved at frembringe Bruddet paa en 1-15^{cm} smaa begrænset Del af Træstykket og derved undgå den Indflydelse af tilfældige Lussæfæl i Veddet. Ved Vejning forvarede man sig om, at Vandindholdet nogenlunde svarede til

lufttørret Træ. Da Veddets Styrke og Vægtfylde i høj Grad afhænger af Vandindholdet, søgte man for at lette Sammenligningen at komme ned til en Vandprocent omkring 15, der maa anses som normal for lufttørret Træ. Som gennemsnitligt Resultat af Forsøgene fandtes

	Vægtfylde	Vandindhold i %	Styrke i kg pr cm ² (Tryk)	Starringsbredder i mm
Rødgran (Splint)				
Tyke Prøvestykker	0,50	14,6	430	1,7
Svenske — —	0,49	14,0	400	1,6
Danske — —	0,47	15,3	371	2,3
Rødgran (Kærne)				
Tyke Prøvestykker	0,43	16,1	322	3,3
Svenske — —	0,47	13,9	364	2,2
Danske — —	0,40	15,7	301	4,5

Ringcylindrene gav omkring samme Resultat som de andre Prøvestykker. Det er særlig i Henseende til, at de indre Lag ere svagere end de ydre, at det danske Granved kan siges at staa tilbage for det udenlandske. Styrken af Rødgran og Edelgran blev funden nær ens. Prøverne udviste ogsaa, at Træ er et vanskeligt og uregelmæssigt Materiale at undersøge, man maa have mange Prøvelegemer for at opnaa god Sikkerhed. Opbevaringen maa være ens, og selv en ringe Forskel i Vandindholdet har en stor Indflydelse.

Bruddets Udseende er naturligvis afhængig af

Prøvestykkets Form. Ved Trykforsøg blive de enkelte Fibre skilte og bøjede, saa at der dannes sig en Våbet. Naar Højden er større end Bredden eller Diametren, er det almindeligt, at de to Brødestykker glide paa hinanden. Hvor der findes Knaster, udgaar Brødet ofte fra dem.



Sejghed og Bøjelighed. Bøjeligheden afhænger i væsentlig Grad af Træets Fugtighedsgrad, og den er langt større ved frisk fældet træ og med Vand gennemtrængt Træ end ved lufttørret, og dette er atter mere bøjeligt end kunstigt tørret Træ. Bøg og Eg ere betydeligt mere bøjelige end Fyr og Gran. Ved Behandling med Vanddamp eller varmt Vand forøges Bøjeligheden stærkt, og Træ, der er behandlet paa denne Maade, kan beholde den krumme Form efter Tørringen. Naar man vil give Træ en vis Krumning, kan dette ogsaa ske paa den Maade, at man gør den övre Flade vaad, samtidig med at man varmer den nedre over Flid. Det sejgeste Træ er unge Stammer og Grene af Pil, Hælselud, Eg, Ask, m. fl. Sprødt er Træ af gammel Eg, Rødbøg m. fl. Meget sejgt Træ benyttes til Maskin og Vognbygning, Redskaber, Fletværk og lignende.

Spind og Udbyldning. Med Træets Udtørring følger som alt nævnt en Formindskelse af dets Volumen, s: Træet svinder, ved at dets Fibre trække sig sammen. Størrelsen af Spindet afhænger af:

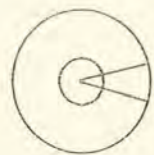
1) Sættindholdet; jo mere Sæft Veddet indelstoder, desto mere svinder det. Derfor svinder ung Træ mere end gammelt, Splinten mere end Kærnen.

2) den Hurtighed, hvormed Holtørringen foregaar, langsomt tørret Træ svinder mindre end hurtig udtørret.

3) den Retning, efter hvilken Træet er udskaaret. Stærkest svinder Træet i Retning af Starringene, mindre stærkt i radial Retning og mindst i Retning af Fibrene, hvor Svindet er saa ringe, at man ved Træforbindelser ganske kan se bort derfra. Medens Svindet efter Fibrenes Længderetning er ca 0,1%, er det i radial Retning 2 til 5% og i periferisk Retning 3 til 8%; det sidste kan omtrent ansættes til 1½ Gange det radiale.

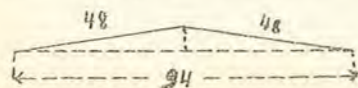
4) lokale Forhold: Knaster, knudret Væxt og lignende modsætter sig Svindet.

En Følge af Træets Holtørring og Svind, og af at Svindet ikke er lige stort i alle Retninger, er, at det let faar Revner og Sprækker eller kaster sig. Holtørres den ydre Ring stærkt, medens den indre ikke udtørres og sikkes hel-



le ikke svinder, men der kommer en Revne, fordi den yderste Ring bliver for lille til at naa helt uden om den inderste. En tynd Træskive kan

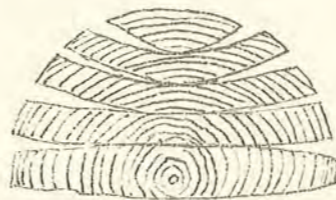
hvælve sig op som et Skyold i Stedet for at revne; thi svinder det f. Ex radiale 4% og efter Periferien 6%, bliver Lige-



vægtsfiguren omtrent som skitseret.



Byælker revne midt paa Sidefladerne, fordi Starringene der ikke ere overskaarne, hvad der vilde forhindre Spænding. Revnerne fremkomme jo nemlig, naar de ved Svindet fremkaldte Spændinger blive for stærke, og da hvor Sammenhængskraften er mindst, f. Ex i store Marvstræker.



Udborede Stammer faa derimod sjældent Ridses, fordi Træets Sammentrækning ikke er forhindret.

Skæres Brædder ud af en Stamme, saa beholder kun Marvbræddet nogenlunde sin Form, uden at kaste sig, for-

di Spændingerne deri overalt ere lige store, alle de øvrige Brædder vilte derimod kaste sig saaledes, at de blive konvexe mod Marvsiden. Marvbræddet svinder i Tykkelse mere ved Enderne end i Midten, bliver altsaa konvex paa begge Sider. Gulvbrædder bør derfor lægges med Kærnesiden oppefter, Byælker med Kærnesiden mod den Side, Byrden virker, og Splint siden mod fugtige Stoffer, hvor saadanne findes. Derfor er det ogsaa godt



ikke at anvende for brede Brædder til Gulve, og naar man har dem, da at dele dem gennem Midten. Bødkeren fugter

sine Staver udvendigt, medens han tørrer dem ved Fled indvendigt og saaledes af dobbelt Grund faar dem konvexe.

Udbildningen, der fremkommer, naar Træet efter Holtørringen

atter opvinger Vand, er ligesom Svindet forskelligt efter de forskellige Retninger i Træet og omtrent af samme Størrelse som Svindet. Den Kraft, hvormed Træet bieldner sig, er saa stor, at man har benyttet den til Stensprængning. Under veclende Fugtighedsforhold, hvor Træet snart er fugtigt, snart tørt, vil det altsaa stadig "arbejde" (afveclende svinde og bieldne sig).

Varighed. Træets Varighed afhænger af:

1) Struktur og Saftindhold. Størst Varighed har tæt og fast Kærnehæ med smalle Støvringe, endvidere Træ med kraftigt udviklet Sommerved i Støvringene og med rigeligt Indhold af Harpik, Farvestof, fede og flygtige Olier (f. Ex Turpentin). Kærnehæ er varigst ved middelstore Træer; ved gamle overmodne Træer begynder det allerede paa Roden at gaa i Forraadnelse, især naar Stammen har taget Skade ved Frostrevner eller afbrækkede Gren. Saftigt Træ (som Bøg, Eg, Hasselplint og fl.) er derimod udsat for Forraadnelse og for Angreb af Svamp og Orm, ligesom de svinder og kaster sig stærkt, og ved de derved opstaaede Revner hænger Fugtigheden ind i det indre af Træet.

Fælder man Træet i varmt Vejr og lader det ligge uafbarret paa Jorden, saa begynder snart de æggekvide- og kvælstofholdige Saftbestanddelene at gaa i Gæring, der forplanter sig til de yngre saftige Dele af Træet. Splinttræet antager da en mørkere Farve, saaledes ved Naaletræ grønligblaat, ved Ask bruntligt, og Eges Splint bliver brun. Saadant Træ er dog endnu brugbart og har tilstrækkelig Varighed, naar det hurtigt udtøres og anvendes i tørre Rum og

isvrigt ikke ligger raadent.

2) Træets Væxtplads. Træer, der ere opvoede paa fri Plads og derved har været udsatte for Lysets Gaavirkning til alle Sider, har stærkere udviklet Sommertræ og er derfor varigere end saadanne, der staa i sluttet Bevæning. En tør Bænd giver sædvanligvis et bedre og holdbarere Træ end en vaad. Naaletræer, der ere opvoede laugsomt paa Højden eller i et nordligt Klima, har større Varighed end saadanne fra Dalstrækninger, thi et koldt Klima giver snævrere Støvringe.

3) Væxtfylden. Af to Stykker Træ af samme Art er det væxtfyldigste det varigste; derimod afhænger Varigheden af forskellige Træsorter ikke af Væxtfylden; thi den tunge Bøg har f. Ex mindre Varighed end de lettere Naaletræer.

4) Fældningstiden. Vinterfældet Træ anses almindeligt for bedre og varigere end sommerfældet, men Fældningstidens Betydning er dog maaske længst saa stor, som man hidtil har troet. Sommerfældet Træ menes ogsaa at begunstige Udbredelsen af Hæssvampen. Om Vinteren er Saftindholdet særlig ved Naaletræerne mindre end om Sommeren, hvorfor Træet tørres lettere og bedre. Derimod indeholder Træet mere Reservenering om Vinteren end om Sommeren, og de Organismer, der forarsage, at Træet raadner og destrueres, leve for en stor Del af Reserveneringsstofferne. Naar Træet maa henligge længere Tid i Skoven om Sommeren, udsættes det dog let for Forraadnelse; thi om Efterommeren findes

mange Svampespirer i Luften, og Betingelserne for, at de kan spire og vaxe i det fældede Træ, er bedre end om Vinteren.

5) Anvendelsesmaaden er af den største Betydning for Træets Varighed; saaledes er f. Ex Bøg kun lidet varigt, naar det anvendes til Hegnspæle, men meget varigt, naar det anvendes som Vandbygningstræ. Træet holder sig altid bedst, naar det er under ens Forhold: enten helt nedsoenket i Vand eller i fugtig Grund eller anbragt i et stadigt tørt Rum. Træ, som staar halvt i Luft og halvt i Jord eller Vand, forgaar i Grænselinien.

For Træ, der staar i Jord, har dennes Beskaffenhed nogen Indflydelse paa Varigheden. Træet holder sig sædvanligvis bedst i Ler- eller vaadt Sandbund, mindre godt i tør Sandbund, slettest i Kalkbund. For Jernbanesveller, der ikke ere gjort varigere ved Jernprægning angives en Varighed af:

Eg	14-16	Åar
Lærk	9-10	—
Fyr	7-8	—
Gran	5-6	—
Bøg	2½-3	—

Under Vand eller i stedsevarende Fugtighed er Varigheden af Eg, Alm, Fyr, Lærk og ogsaa Gran meget betydelig, naar de da ikke som i Sløvand angribes af Pa-

leorm og lign., eller staa i meget sømpt Vand. Derimod holde Thorn, Ask, Birk, Lind og Pil sig ikke i Vand. At Træet holder sig godt i Vand, forklares ved den ensartede Temperatur, Udlüdingen af Safterne, Vandets Afsetning af Mineralstoffer i Træets Porer og lign.

Frostvarende Tørke er Træets Varighed ligeledes meget betydelig, og i Almindelighed har Træet ogsaa en stor Varighed overalt, hvor det er tilstrækkeligt beskyttet mod Regn, Sne og Sol. Dog mister Træet med Alderen noget i Styrke og angribes af Ravn.

Hvor Træet er udsat for afvekslende Fugtighed og Tørhed i fugtige Kældere og lignende Steder, hvor Træet ikke kan udtørres, og den friske Luft ikke kan komme til, gaar det til Grunde efter kortere eller længere Tids Forløb. Til de varigste Træsarter høre Eg, Alm, Lærk og Fyr, til de mindre varige Bøg og Ask. Meget uholdbar er Birk, Poppel og Pil. Til Husbygning, hvor man i overvejende Grad anvender Naaletræ og Eg, kan man altsaa i tørre Røm anvende mindre gode Varer, medens man altid bør anvende første Klasse Fyr, Lærk eller Eg paa Steder, som er udsat for Fugtighed, altsaa i Ydermure, ved Jordoverfladen o.s.v.

6) Temperaturen; thi Forraadelsen opstaar og udbræder sig kun ved Middelttemperaturen og forhindres saavel af Frost som af Temperaturen omkring Vandets Kogepunkt.

Træets Varighed kan i væsentlig Grad forhøjes

ved forskellige Midler, om hvilke, der senere skal blive
Aalt.

De forskellige Træsarter og deres Anvendelse.

1) Naaletræerne spille hos os en vigtigere Rolle end Løv-
træerne paa Grund af deres ranke Væxt og temmelig grenfri Stam-
men. Veddet er let kløveligt, halvhaardt og let at arbejde i.

Naaletræer med Kjerne ere: Skovfyr og Lærk;

Naaletræer uden Kjerne ere: Rødtgran og Rødelgran.

Skovfyr har grove Naale, der staa parvis sammen
og ere 4-5^{mm} lange. Veddet har talrige store Harpikkanaler,
Harringsgrænsen tydelig, noget bølgeformet, Sommerveddet
fast, mørkt og skarpt begrænset indadtil, Splinden bred, gul-
lig eller rødlig hvid, Kernen først af samme Farve, men blive
brünnrød eller Brüngul, naar den udsættes for Luften. Der er her-
tillands det almindeligste Træ til Bygningsbrug, Sveller, Skibs-
bygning, o. s. v. De sværere Dimensioner faas i det grove, pom-
merste Træ, de mindre svære i skandinavisk og finisk Træ,
der er langt finere groet. Fyrren, navnlig Kjerneveddet, staa
sig ret godt i veedende Fugtighedsforhold, især de federe, s: mest
harpicholdige Sorter. Naar Træet er tørt, angribes det let af
Orm og sveder da Harpix. Knasterne ere sjældent saa lange som
hos Granen.

Lærken har bløde Naale, som sidde i Smaskupper og

fældes om Efteraaret, smaa og paa Harpikkanaler. Splinden
er smal og gullighvid, Kernen baade i grøn og tør Tilstand
mørkerød eller rødbrün, rig paa Harpix og Garvestoffer. Lærken
staa sig godt baade i Luft og i Vand, angribes ikke af Orm og
har lige saa stor Værdi som Bygningsmateriale som Eg og
anvendes ogsaa omkrent paa samme Maade. Den hörer tyun-
me i Mellemuropas Bjerge og forekommer derfor ikke hyppig nok
hos os til et finde nogen større Anvendelse

Rødtgran. Naalene sidde rundt om Kernen. Den har paa og
smaa Harpikkanaler og regelmæssig formede Harringe. Veddet er
blødt, spalter let og er gullig eller rødlig hvitt. Det indre Ved er min-
dre vandrigt end det ydre, men ellers er der ingen konstant For-
skel. Tørt og i stadig Fugtighed staa Veddet sig temmelig godt
mod Raad, men det angribes under andre Forhold let af Hüs-
soamp, raadner snart og staa sig heller ikke godt mod Skid.
Paa Roden er det udrat for Angreb af talrige Svampe og
Barkbiller. Knasterne ere tynde, ofte lange og meget haarde.
Rødtgranen er Danmarks almindeligste Naaletræ og det billigste
Bygningstræ.

Rødelgran. Naalene sidde paa Kernen som Tand-
ne i en flerdobbelt Kam og ere 2-3^{mm} lange. Veddet er hvidligt
og skært og kan afgive smukke kunstfri Gulbrædder. Veddet
Haardhed og Varighed er som Rødtgranens og Anvendelsen om-
krent den samme.

Fra Nordamerika kommer flere udmærkede Fyr-